

Bachelorarbeit

Visuelle Wahrnehmung im peripheren Sichtfeld auf Webseiten

Fabian Hasse

Studiengang Informationsdesign

Hochschule der Medien Stuttgart

Fakultät Information und Kommunikation

Erstprüfer: Prof. Dr. Michael Burmester

Zweitprüfer: Prof. Dr. Roland Mangold

Bearbeitungszeitraum: 08. Januar bis 07. April 2009



HOCHSCHULE DER MEDIEN



Dieses Dokument wird unter folgender Creative Commons-Lizenz veröffentlicht:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/deed.en>

Kurzfassung

Die periphere visuelle Wahrnehmung nimmt eine bedeutende Rolle bei der Sakkadenplanung und der Entstehung eines frühen Gesamteindrucks eines betrachteten Objekts ein. Dennoch ist – insbesondere in Bezug auf Webseiten – weitgehend unbekannt, wie viele Informationen peripher wahrgenommen und verarbeitet werden können. In Eye-Tracking-Studien gesammelte Blickbewegungsdaten werfen immer wieder Fragen auf, die aufgrund dieses fehlenden Wissens nicht beantwortet werden können. Die vorliegende Arbeit bietet ein Fundament für die Erforschung der peripheren Wahrnehmung auf Webseiten und soll dazu beitragen, in der Eye-Tracking-Praxis aufkommende Fragen zu beantworten.

Zu Beginn werden im theoretischen Teil Ergebnisse der Grundlagenforschung zur peripheren Wahrnehmung vorgestellt und hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit überprüft. Im Rahmen des praktischen Teils wurde eine explorative Studie mit zwölf Probanden durchgeführt, in der acht verschiedene Webseiten betrachtet wurden. Mittels einer Gaze-Contingent Display-Technik (GCD-Technik) wurden die Webseiten maskiert, sobald der Blick eines Probanden den zentralen Fixationsbereich verließ. Dadurch wurde sichergestellt, dass keine Blickbewegungen stattfinden und somit die Webseiten ausschließlich peripher und nicht foveal wahrgenommen werden konnten. Mit Hilfe eines speziellen Befragungsschemas wurden die Probanden hinsichtlich ihrer Wahrnehmungsleistungen befragt. Dabei war es sowohl das Ziel, die peripheren Grenzen der Farb-, Kontrast- und Detailwahrnehmung zu untersuchen, als auch festzustellen, anhand welcher Kriterien Elemente wie Navigationsmenüs oder Werbebanner peripher identifiziert werden können.

Die Ergebnisse zeigen, dass die periphere Wahrnehmung in Kombination mit einer hohen Interneterfahrung ausreicht, um typische Webseiten-Elemente in großem Umfang zu identifizieren. Weiterhin verdeutlichen die Ergebnisse, wie sich die verminderte Wahrnehmungsqualität der Peripherie beim Betrachten von Webseiten auswirkt. Aufgrund der methodischen Erkenntnisse sowie der Resultate und Schlussfolgerungen der vorliegenden Arbeit können weitere Studien geplant und durchgeführt werden, die gezielt einzelne Aspekte der peripheren Wahrnehmung auf Webseiten untersuchen.

Schlagwörter

Eye-Tracking, Peripherie, peripheres Sehen, Webseiten, Websites, E-Prime, Gaze-Contingent Display, foveale Maske

Abstract

The peripheral visual perception is an important issue in the process of saccade planning and in getting an early gist of a perceived object. Nevertheless it is rather unknown to which extent information can be perceived and processed peripherally – particularly concerning web pages. Gaze data, which have been collected in Eye-Tracking-Studies, frequently raise questions that cannot be answered due to this lack of knowledge. This thesis represents a basis for further research on the peripheral perception of web pages.

First of all, different results of basic research concerning peripheral vision are presented and discussed in terms of their relevance for the perception of web pages. Within the practical part, an explorative study was conducted with twelve participants, who regarded eight different web pages. Employing a gaze-contingent display technique the web page was masked immediately, when the gaze of a participant left a predefined fixation area. This measure prevented eye movements and ensured that the web pages were perceived peripherally only and not foveally. By using a special interrogation scheme the participants were interviewed in regard to their peripheral perception performance. Thereby, the peripheral thresholds of color, contrast and detail perception as well as the identification criteria for web page elements like navigation bars or advertising banners were analyzed.

The results show that peripheral vision combined with a high internet experience is sufficient for identifying typical web page elements in a major extent. Moreover the results illustrate the impact of the reduced visual quality of the periphery in terms of web page perception. Based on both the methodical insights and the implications of this thesis, future studies can be designed to specifically examine single aspects of peripheral web page perception.

Keywords

eye-tracking, peripheral vision, periphery, gaze-contingent display, web page, website, E-Prime, foveal mask

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	1
Abstract	2
Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	10
1 Einleitung	11
1.1 Problembeschreibung.....	12
1.2 Ziel.....	13
1.3 Aufbau der Arbeit	14
2 Relevante Eigenschaften der visuellen Wahrnehmung	15
2.1 Aufbau des menschlichen Auges.....	15
2.2 Visuelle Qualität jenseits der Fovea.....	17
2.3 Der optomotorische Zyklus.....	21
2.4 Aufmerksamkeit und Sakkadensteuerung	21
3 Ergebnisse und Methodik bisheriger Studien.....	25
3.1 Farbe.....	25
3.2 Kontrast und räumliches Auflösungsvermögen.....	27
3.3 Bewegung	29
3.4 Lesen	30
3.5 Szenenwahrnehmung und Objekterkennung	33
3.6 Funktionelles Sichtfeld.....	36
3.7 Visuelle Suche	39
3.8 Aufmerksamkeit.....	39
3.9 Zusammenfassung	41
4 Forschungsansatz	43
5 Methodik.....	45
5.1 Konzept	45
5.2 Physiologische Kriterien.....	47
5.2.1 Fixationsbereich.....	47
5.2.1.1 Position.....	47
5.2.1.2 Form.....	47

5.2.1.3	Größe	48
5.2.1.4	Farbe	48
5.2.2	Betrachtungsabstand und -winkel	49
5.2.3	Perimetrie-Test	49
5.2.4	Retinale Nachbilder	49
5.3	Technischer Aufbau	49
5.3.1	Hardware	49
5.3.1.1	Tobii Eye-Tracker 1750	49
5.3.1.2	Latenz des Gesamtsystems.....	51
5.3.2	Software	52
5.3.2.1	RareBit Perimetry	52
5.3.2.2	Tobii Studio	53
5.3.2.3	PST E-Prime	53
5.4	Stimuli.....	55
5.5	Probanden	64
5.6	Durchführung	65
5.6.1	Vorbereitung.....	65
5.6.2	Basisaufgaben	65
5.6.3	Befragungstechnik	66
5.6.4	Überprüfung des Bekanntheitsgrades.....	69
5.6.5	Überblick über den Ablauf einer Session	69
5.7	Auswertung	70
6	Ergebnisse	72
6.1	Psychophysiologische Grenzen	76
6.1.1	Farbe.....	76
6.1.2	Kontrast	84
6.1.3	Räumliches Auflösungsvermögen	89
6.1.4	Bewegung.....	97
6.1.5	Effekte aus Einzelbeobachtungen.....	98
6.1.5.1	Projektion von erinnerten Farben	98
6.1.5.2	Vergrößerte Wahrnehmung durch Weißraum.....	99
6.1.5.3	Wahrnehmung von Abständen als Trennlinien.....	101
6.1.6	Zusammenfassung	101
6.2	Objekterkennung	102
6.2.1	Texterkennung	102
6.2.2	Lesen	103
6.2.3	Personen und Gesichter	105
6.3	Semantische Identifikationsmerkmale von typischen Webseiten-Elementen.....	111
6.3.1	Navigationsmenüs	111
6.3.2	Vertikale Navigationsmenüs	111
6.3.3	Horizontale Navigationsmenüs	112
6.3.4	Buttons	114
6.3.5	Logos	117
6.3.5.1	Webseiten-Logos	117
6.3.5.2	Firmenlogos	118

6.3.6	Werbung.....	119
6.3.6.1	Werbebanner	120
6.3.6.2	Text-Werbung	122
6.3.6.3	Teaser.....	123
6.3.7	Produktfotos	125
6.3.8	Preise	125
6.3.9	Überschriften	127
6.3.10	Eingabefelder	127
6.3.11	Suche.....	129
6.3.12	Zusammenfassung	131
6.4	Visuelle Attraktivität und der erste Eindruck	131
6.4.1	Aufmerksamkeitsintensive Elemente pro Webseite	132
6.4.2	Zusammenfassung der relevanten Element-Eigenschaften	136
6.5	Themenerkennung	138
7	Diskussion	141
8	Fazit	147
	Literaturverzeichnis	149
	Anhang	155

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Weg einer visuellen Information durch den menschlichen Sehapparat (übernommen aus Goldstein, 2008).....	15
Abbildung 2: Verteilung von Zapfen und Stäbchen auf der Retina. Die Gradangaben in der Abbildung des Auges stellen sowohl die Entfernungen von der Fovea auf der Retina, als auch die entsprechenden Winkel im Gesichtsfeld bei direktem fovealen Sehen als Nulllinie dar (übernommen aus Goldstein, 2008).....	16
Abbildung 3: Sichtfeld des linken (durchgezogene Linie) und des rechten Auges (gestrichelte Linie) inklusive der blinden Flecken (BFL/BFR) beider Augen (übernommen aus Grüsser & Grüsser-Cornehls, 1985).....	17
Abbildung 4: Abhängigkeit der Sehschärfe von der Platzierung eines Prüf-Stimulus (Landolt-Ring) auf der Retina. Monokulare Messung für das photopische Sehen. (übernommen aus Grüsser & Grüsser-Cornehls, 1985).....	18
Abbildung 5: Schematischer Querschnitt durch das neuronale Netzwerk der Retina; das Licht fällt von unten ein (modifiziert nach Goldstein, 2008).....	18
Abbildung 6: Schematische Darstellung der Verschaltung von Stäbchen (links) und Zapfen (rechts) (übernommen aus Goldstein, 2008)	19
Abbildung 7: Horizontales (linke Hälfte) und vertikales (rechte Hälfte) binokulares Sichtfeld, (modifiziert nach Herczeg, 1994, S. 51)	20
Abbildung 8: Grenzen der Farbwahrnehmung im monokularen Sichtfeld des rechten Auges (nach Boff & Lincoln, 1988, übernommen aus Duchowski, 2007)	26
Abbildung 9: Beispielhafte Darstellung der drei GCD-Techniken Boundary, Moving Window und Foveal Mask. Das Sternsymbol kennzeichnet jeweils den Fixationsort. Die einzelnen Techniken werden im Text erläutert. (modifiziert nach Rayner, 1998, S. 379)	31
Abbildung 10: Beispielhafte Darstellung der von Parker eingesetzten Stimuli. Die Zeichnung oben links stellt die Ursprungsszene dar, in den anderen fünf wurde jeweils das unten links positionierte Objekt manipuliert. (übernommen aus Parker, 1978).....	34
Abbildung 11: links: Exemplarische Abbildung der Stimuli mit zentralem Stimulus "pq" und peripher platziertem Sternsymbol (links oben); rechts: schematische Darstellung der Detektionsrate des peripheren Stimulus eines einzelnen Probanden bei Durchführung ohne foveale Beanspruchung (monokular), o=korrekte Antwort, +=falsche Antwort (modifiziert nach Ikeda & Takeuchi, 1975).....	37
Abbildung 12: Abfolge der Stimuli (stark vereinfacht, modifiziert nach Li et al., 2002)	40
Abbildung 13: Aufbau mit Tobii 1750 Eye-Tracker und Kinnstütze	46
Abbildung 14: Fixationsrechteck mit angedeuteter Form und Größe der Fovea (dünne Linie, diese war für die Probanden nicht sichtbar)	47
Abbildung 15: Technischer Aufbau.....	51
Abbildung 16: Aufbau der <i>Experiment Structure</i> in <i>E-Prime</i>	54
Abbildung 17: Stimulus abacho.de	56
Abbildung 18: Stimulus auswaertiges-amt.de	57
Abbildung 19: Stimulus berlinonline.de/berliner-zeitung	58
Abbildung 20: Stimulus compuland.de	59
Abbildung 21: Stimulus hirschille.de/hishop1	60
Abbildung 22: Stimulus santander.de	61
Abbildung 23: Stimulus videobuster.de.....	62
Abbildung 24: Stimulus x-equals.com/blog	63
Abbildung 25: Vierstufiges Befragungsschema	68
Abbildung 26: Beispielhafte Darstellung der Auswertung pro Webseite in einer Tabelle	70

Abbildung 27: Interpretationshilfe zu den Gradkreisen und Exzentrizitäts-Angaben.....	75
Abbildung 28: Gelber Stern, videobuster.de, 15-19°, Ø Ex. 17°, B x H: 4,6 x 2,8° / 140 x 85 px / 3,7 x 2,2 cm	77
Abbildung 29: roter Button-Bestandteil, hirschille.de/hishop1, 17°, B x H: 0,7 x 0,7° / 21 x 20 px / 0,6 x 0,5 cm.....	77
Abbildung 30: T-Mobile Werbebanner mit Magenta-Farbtönen, abacho.de, Farbtöne: 17-20°, Ø Ex. 18,5°, B x H des Logos: 3,7 x 0,9° / 114 x 28 px / 3,0 x 0,7 cm. Das schwarze Rechteck zeigt einen Einzelframe des animierten Banners, dort beträgt die Größe der Magenta-Fläche: 11,5 x 3,9° / 350 x 120 px / 9,2 x 3,2 cm.....	78
Abbildung 31: Vielfarbige Navigationsleiste, abacho.de, 12-16°, Ø Ex. 14°; Größe einer Farbfläche (B x H): 3,7 x 0,8° / 112 x 25 px / 3,0 x 0,7 cm.....	79
Abbildung 32: Buttons, abacho.de, links: 10,5°, B x H: 1,5 x 0,8° / 46 x 24 px / 1,2 x 0,6 cm, rechts: 9,5°, B x H: 2,1 x 0,8° / 63 x 24 px / 1,7 x 0,6 cm	80
Abbildung 33: Logos, compuland.de, oben: 13°, B x H: 2,9 x 0,5° / 88 x 16 px / 2,3 x 0,4 cm, unten: 14°, B x H: 2,3 x 0,6° / 70 x 17 px / 1,8 x 0,4 cm	81
Abbildung 34: Violett-Töne, x-equals.com/blog; X-Grafik: 9-20°, Ø Ex. 14,5°, B x H: 7,5 x 12,7° / 230 x 388 px / 6,1 x 10,2 cm	82
Abbildung 35: Horizontale Navigation, Übungsseite stylefile.de, Mischfarben werden nicht korrekt erkannt, 10-16°, Ø Ex. 13°	83
Abbildung 36: Vertikale Navigation, santander.de, Farbfläche mit nicht mehr wahrnehmbarem Kontrast: 8-18°, Ø Ex. 13°, B x H: 7,7 x 8,5° / 235 x 260 px / 6,2 x 6,8 cm	85
Abbildung 37: angrenzende Farbflächen, auswaertiges-amt.de, Zeichnung & Foto: 6-16°, Ø Ex. 11°, B x H: 9,8 x 4,3° / 300 x 130 px / 7,9 x 3,4 cm.....	86
Abbildung 38: videobuster.de, Kopfbereich mit Logo und Navigation, gelber und weißer Navigationsreiter: 9-13°, Ø Ex. 11°, B x H: 7,9 x 0,8° / 240 x 25 px / 6,3 x 0,7 cm	87
Abbildung 39: horizontale Navigation, berlinonline.de/berliner-zeitung, 6-17°, Ø Ex. 11,5°, Zeichenhöhe: 0,23° / 7 px / 0,2 cm	88
Abbildung 40: Kopfbereich der Webseite compuland.de, Navigationsleiste: 10-18°, Ø Ex. 14°, B x H: 26,9 x 1,2° / 820 x 37 px / 21,6 x 1,0 cm.....	89
Abbildung 41: Eingabemaske auf santander.de, Bereich von roter Überschrift bis Berechnen-Button: 9-14,5°, Ø Ex. 11,8°, Distanz zwischen Eingabefeldern: 0,2° / 7 px / 0,18 cm	91
Abbildung 42: Ausschnitt aus dem Kopfbereich der Seite abacho.de, vergrößerter Bereich: 7-14°, Ø Ex. 10,5°, B x H: 17,4 x 3,7° / 530 x 113 px / 14,0 x 3,0 cm.....	92
Abbildung 43: Kopfbereich der Seite hirschille.de/hishop1, schwarzes Rechteck: 7-20°, Ø Ex. 13,5°, vertikale Distanz zwischen linkem weißen Rechteck und Eingabefeld der Suche: 1,3° / 40 px / 1,05 cm	93
Abbildung 44: Farbige Preis-Elemente auf hirschille.de/hishop1, Text „999,00“ & Preisschild darunter: 10-13°, Ø Ex. 11,5°, durchschnittliche Distanz zwischen den beiden Elementen: 1,2° / 36 px / 0,9 cm	94
Abbildung 45: gleichfarbige Elemente auf compuland.de, roter Preis rechts & Canon-Logo: 10-15°, Ø Ex. 12,5°, Distanz: 3° / 90 px / 2,4 cm	95
Abbildung 46: Foto einer Frau vor Schnee-Hintergrund, santander.de, blauer Bereich: 5-18°, Ø Ex. 11,5°.....	96
Abbildung 47: Eingabefelder auf videobuster.de, 8-18°, Ø Ex. 13°, B x H eines Feldes: 5,9 x 0,7° / 179 x 20 px / 4,7 x 0,5 cm	97
Abbildung 48: Logo des Auswärtigen Amtes, auswaertiges-amt.de, 17-20,5°, Ø Ex. 18,8°, B x H des farbigen Balkens: 0,2 x 2,6° / 5 x 79 px / 0,13 x 2,08 cm	99
Abbildung 49: Lupensymbol auf x-equals.com/blog in Originalgröße und in der von einem Probanden geschätzten Größe, 18°	100
Abbildung 50: Horizontale Navigation auf auswaertiges-amt.de, dunkelblaue Reiterleiste: 9-19°, Ø Ex. 14°, Distanz zwischen zwei Reitern: 0,1° / 3 px / 0,08 cm	101
Abbildung 51: Text-Element auf x-equals.com/blog, Schrifthöhe der Großbuchstaben oben: 0,4° / 13 px / 0,34 cm.....	103

Abbildung 52: Erkennung von Zahlen auf santander.de (links) und hirschille.de/hishop1 (rechts) ⁶	104
Abbildung 53: Falsche Einschätzung der Wortlänge, hirschille.de/hishop1 ⁶	105
Abbildung 54: Die gleiche Person in zwei verschiedenen Größen und Exzentrizitäten abgebildet, berlinonline.de/berliner-zeitung	106
Abbildung 55: Perspektive und enge Anordnung erschweren Wahrnehmung von Personen, videobuster.de	107
Abbildung 56: Personenfotos auf auswaertiges-amt.de	109
Abbildung 57: Ungewöhnlich positionierte vertikale Navigation auf hirschille.de/hishop1	112
Abbildung 58: Horizontale Navigation auf x-equals.com/blog	113
Abbildung 59: Horizontale Navigation, santander.de	113
Abbildung 60: Ähnlichkeit von Button und Eingabefeld, auswaertiges-amt.de	115
Abbildung 61: Button klar identifizierbar, abacho.de	116
Abbildung 62: Kopfbereich der Webseite videobuster.de	117
Abbildung 63: Werbebanner im Design einer Windows-Dialogbox auf abacho.de (10,5-18,5°, Ø Ex. 14,5°)	121
Abbildung 64: Werbebanner und Text-Werbung (Sponsored Links) auf berlinonline.de/berliner-zeitung	122
Abbildung 65: Zwei Teaser auf videobuster.de	124
Abbildung 66: Teaser auf compuland.de	124
Abbildung 67: Verschiedene Preisdarstellungen auf hirschille.de/hishop1	126
Abbildung 68: Produktpreise auf compuland.de	127
Abbildung 69: Suche auf compuland.de, 9-15°, Ø Ex. 12°	128
Abbildung 70: Suche, x-equals.com/blog	130
Abbildung 71: Suche auf abacho.de	131
Abbildung 72: Überblick abacho.de	132
Abbildung 73: Überblick auswaertiges-amt.de	133
Abbildung 74: Überblick berlinonline.de/berliner-zeitung	133
Abbildung 75: Überblick compuland.de	134
Abbildung 76: Überblick hirschille.de/hishop1	134
Abbildung 77: Überblick santander.de	135
Abbildung 78: Überblick videobuster.de	136
Abbildung 79: Überblick x-equals.com/blog	136
Abbildung 80: Demonstration des Crowding-Effekts (modifiziert nach Cavanagh, 2004)	142

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Spezifikationen des Tobii 1750 Eye-Trackers (modifiziert nach Tobii, 2005)	50
Tabelle 2: Zusammensetzung der Probandengruppe	64
Tabelle 3: Interpretationshilfe für die Ergebnisse der Studie	73

Abkürzungsverzeichnis

°	Grad
cd/m ²	Candela pro Quadratmeter, Maßeinheit für die Leuchtdichte
cm	Zentimeter
dpi	dots per inch, englisch für Punkte pro Zoll
GCD	Gaze-Contingent Display
Hz	Hertz
kg	Kilogramm
LAN	Local Area Network
lb	Pfund (1 lb entspricht ca. 0,45 kg)
mm	Millimeter
ms	Millisekunde (entspricht einer Tausendstel Sekunde)
PST	Psychology Software Tools
px	Pixel
TFT	thin-film transistor
URL	Uniform Resource Locator
USB	Universal Serial Bus

1 Einleitung

Interaktive Oberflächen gewinnen in der heutigen Zeit sowohl für das private als auch das berufliche Leben laufend an Bedeutung. Die zurzeit wohl vielfältigste, umfangreichste und am intensivsten genutzte Oberfläche ist das, was ein wachsender Teil der Menschheit jeden Tag auf dem Monitor sieht: Webseiten¹. Da die Informationsmenge, die Interaktionsmöglichkeiten und die Anzahl an Websites sich täglich vervielfachen, stehen zwei Systeme vor einer anspruchsvollen Aufgabe. Das eine System ist die menschliche Wahrnehmung, welche der Informationsflut mit angemessenen Strategien begegnen und relevante Informationen selektieren muss. Das andere System wird durch die Personen repräsentiert, die die Inhalte für das wachsende Netzwerk aus visuellen Informationen und interaktiven Oberflächen erstellen und deren optische Erscheinung gestalten. Dieses System verfolgt das Ziel, Informationsangebote, Produkte und alles für den Nutzer Sichtbare so zu gestalten, dass es sich von der Masse abhebt sowie den Zielen und Wünschen des Nutzers entspricht. Um diesen Anspruch zu erfüllen, wird das erstgenannte System, also die menschliche Wahrnehmung und Informationsverarbeitung, stetig erforscht. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse kann die Informationsdarstellung verbessert werden, sodass dem Nutzer die Verarbeitung der Informationen leichter fällt.

Ein Verfahren, das bei der Analyse der visuellen Wahrnehmung und der Informationsverarbeitung eine zentrale Rolle spielt, ist das Eye-Tracking. Diese Untersuchung der Augenbewegungen wird seit einigen Jahren zunehmend eingesetzt, um beispielsweise Gestaltungs- und Navigationsprobleme auf Websites und interaktiven Oberflächen aufzudecken und die Nutzer-Akzeptanz von neuen Layouts zu überprüfen. Eye-Tracking findet darüber hinaus in vielen Gebieten Anwendung, wie z.B. in der Medizin, der Psychologie, der Leseforschung sowie in der Fahrzeug- und Flugzeugindustrie (vgl. Duchowski, 2007). Der Einsatz von Eye-Tracking basiert auf einer zentralen Grundannahme, der so genannten „eye-mind assumption“ (Just & Carpenter, 1980, zitiert nach Schroiff, 1986, S. 58). Diese geht davon aus, dass ein zu einem bestimmten Zeitpunkt betrachtetes Objekt, durch welches demnach die Blickachse verläuft, gleichzeitig auch „Gegenstand der zentralen Verarbeitung“ (Schroiff, 1986, S. 58) ist. Da bei der Nutzung von Eye-Tracking lediglich festgestellt werden kann, welche Objekte der Betrachter fixiert, also welche Position seine zentrale Blickachse einnimmt, und die eye-mind assumption gewissermaßen auch nur diese Position für relevant erklärt, wird der peripheren visuellen Wahrnehmung in Eye-Tracking-Studien meist keine Bedeutung beigemessen. Aus dieser Tatsache ergibt sich für die Analyse von Eye-Tracking-Daten häufig die Interpretation, dass Objekte, die nicht fixiert werden, demnach auch nicht kognitiv verarbeitet werden. Jedoch widersprechen viele Forschungsergebnisse dieser Annahme. In verschiedenen Studien konnte belegt werden, dass die Wahrnehmung in der Peripherie einerseits für die Planung und Steuerung von Blickbewegungen essenziell ist (vgl. Findlay & Walker, 1999; Henderson, Pollatsek & Rayner, 1989; Henderson, 1992) und dass es andererseits auch möglich ist, Objekte nur anhand peri-

¹ Im Rahmen dieser Arbeit wird zwischen den Begriffen „Webseite“ und „Website“ differenziert. Mit einer Webseite ist eine einzelne Seite im Sinne dessen gemeint, was ein Betrachter unmittelbar auf dem Monitor sieht. Diese grafische Repräsentation ist nur ein Bestandteil einer größeren „Website“, welche sich aus vielen Unterseiten zusammensetzen kann. Da in dieser Arbeit die Wahrnehmung im Vordergrund steht und die Interaktion und Navigation innerhalb einer Website nicht behandelt wird, wird demnach vorwiegend der Begriff „Webseite“ verwendet.

pherer Wahrnehmung zu identifizieren (vgl. Gould, 1976; Henderson, McClure, Pierce & Schrock, 1997; Parker, 1978).

1.1 Problembeschreibung

Aus dem Widerspruch zwischen diesen Forschungsergebnissen und der theoretischen Grundannahme der eye-mind assumption entsteht folgendes Problem: Einerseits kann in Eye-Tracking-Studien nur die Position der Blickachse gemessen und somit nicht festgestellt werden, ob auch peripher sichtbare Objekte verarbeitet werden. Andererseits ist – besonders in Bezug auf Webseiten und interaktive Oberflächen – weitgehend unbekannt, in welcher Entfernung vom Ort der Fixation Objekte peripher noch verarbeitet und erkannt werden können. Dies führt dazu, dass in der praktischen Arbeit mit Eye-Tracking-Techniken entstehende Fragen nicht beantwortet werden können. Das folgende fiktive Beispiel soll diese Problematik verdeutlichen.

Ein Proband hat die Aufgabe, ein bestimmtes Objekt, beispielsweise ein Produkt, auf einer Webseite zu suchen. Anhand der Blickbewegungsdaten lässt sich erkennen, dass der Blick des Probanden zunächst die linke Hälfte der Webseite scannt. Nach einigen Sekunden der Betrachtungsdauer springt sein Blick jedoch an den rechten Rand der Webseite und landet dicht neben einer Abbildung des gesuchten Produkts. Die Versuchsleiter stehen vor der Aufgabe, dieses Verhalten zu interpretieren. Einerseits können sie spekulieren, dass der Proband das Produkt entweder in der linken Hälfte oder am rechten Rand der Webseite vermutet hat und aufgrund fehlender Übereinstimmung im linken Teil nach dessen Analyse zum rechten Rand gesprungen und dort zufällig in der Nähe des gesuchten Produkts gelandet ist. Andererseits können sie die Vermutung anstellen, dass der Proband die Abbildung des Produkts peripher wahrgenommen und in einem gewissen Maße erkannt hat. Aufgrund dessen könnte er einen Blicksprung zu der entsprechenden Position ausgeführt haben, um die Vermutung, dass es sich um das gesuchte Produkt handeln könnte, zu überprüfen. Eine dritte Möglichkeit wäre, dass eine physikalische Eigenschaft der Produktabbildung, z.B. eine besonders kontrastreiche Farbkombination, einen so starken visuellen Reiz erzeugt hat, dass dadurch ein unbewusster, reflektorischer Blicksprung ausgelöst wurde (Erläuterung der Steuerung von Blickbewegungen siehe Abschnitt 2.4). Um abzuwägen, welche der drei Interpretationen am wahrscheinlichsten ist, würden die Versuchsleiter bestimmte Informationen benötigen. Anhand dieser Informationen sollte feststellbar sein, ob bei der gegebenen Distanz, die der Blick des Probanden beim besagten Blicksprung zurückgelegt hat, die Wahrnehmung des visuellen Reizes oder sogar eine begrenzte semantische Interpretation der Produktabbildung möglich gewesen wäre.

Fragestellungen, wie sie in diesem Beispiel veranschaulicht werden, treten in der Praxis in verschiedenen Formen durchaus häufig auf.² Die dabei zentrale Frage könnte lauten: „Welche Elemente auf einer Webseite können bei welcher Distanz zum aktuellen Fixationsort peripher wahrgenommen und anhand welcher Eigenschaften in welchem Umfang erkannt werden?“

² Ein weiteres Phänomen, welches in Eye-Tracking-Studien teilweise beobachtet werden konnte, ist die Erinnerung an Elemente, die nicht fixiert wurden. So gaben Probanden nach der Betrachtung einer Webseite oder eines Videos von einer Sportveranstaltung an, sich an eine Werbung von einem bestimmten Anbieter zu erinnern, die zwar vorhanden war, aber von den besagten Probanden nie fixiert wurde.

Mit der Frage nach der perzeptuellen Leistungsfähigkeit der Peripherie haben sich bereits einige Forscher grundsätzlich beschäftigt. So erklären beispielsweise Henderson, Pollatsek & Rayner (1989, S. 199): „[...] a substantial amount of information about objects can be acquired from extrafoveal locations even when a foveal object must be identified and remembered.“³ Auch bieten einige Studien präzise Angaben, bis zu welcher Distanz in die Peripherie noch ein bestimmter Kontrast wahrgenommen oder eine bestimmte Farbe identifiziert werden kann. Allerdings weisen diese bisher durchgeführten Studien generell ein Problem auf: Es wurde im überwiegenden Fall nur eine spezielle Fähigkeit der Peripherie isoliert untersucht, beispielsweise nur das Kontrastwahrnehmungsvermögen oder nur die Wahrnehmung von Bewegung. Darüber hinaus setzte man meist künstliche, abstrakte Stimuli ein, wie einzelne Buchstaben oder geometrische Formen. Während diese Einschränkungen auf der einen Seite der wissenschaftlichen Präzision dienen, erschweren sie auf der anderen Seite die Übertragung dieser Ergebnisse in die Praxis. Faktoren wie Farbe, Kontrast und Größe treten auf Webseiten und vergleichbaren interaktiven Benutzeroberflächen meist in Kombination auf. Elemente wie ein Navigationsmenü oder ein Werbebanner vereinen nicht nur diese Eigenschaften, sondern auch geometrische Formen, Text und Fotos auf engem Raum. Inwiefern solch komplexe Objekte peripher wahrgenommen werden können, kann durch bisher durchgeführte Studien nicht beantwortet werden. Außerdem wurden in diesen Studien bewusst die Vorkenntnisse und Erfahrungen der Betrachter durch den Einsatz abstrakter Stimuli ausgeschlossen, wohingegen diese Faktoren gerade bei der Betrachtung von Webseiten relevant sind und die Erkennung des Wahrgenommenen stark beeinflussen dürften.

1.2 Ziel

Die Untersuchung der peripheren Wahrnehmung auf Webseiten stellt weitgehend wissenschaftliches Neuland dar. Daher erscheint eine breit und explorativ angelegte Studie sinnvoll, in der eine erste Grundlage zur weiteren Erforschung des Themas geschaffen wird. Anhand der Ergebnisse sollte erkennbar sein, was die periphere visuelle Wahrnehmung beim Betrachten von Webseiten grundsätzlich leisten kann. Diese Informationen sollten möglichst praxistauglich sein und die speziellen Eigenschaften von Webseiten bzw. den darauf auftretenden Elementen, wie z.B. Navigationsmenüs oder Suchfelder, berücksichtigen. Weiterhin ist es das Ziel dieser Arbeit, zu verdeutlichen, welche Informationen theoretisch für die Planung von Blickbewegungen aus der peripheren visuellen Wahrnehmung herangezogen werden können. Dies soll die Interpretation von bestimmten Eye-Tracking-Daten erleichtern, wie sie im Beispiel veranschaulicht wurden. Die Ergebnisse sollen einen ersten Anhaltspunkt auf die Frage bieten, ob der peripheren Wahrnehmung – somit einem mit heutiger Technik nicht direkt messbarem Bereich – bei der Analyse von Eye-Tracking-Daten mehr Bedeutung beigemessen werden sollte oder nicht.

Zusätzlich soll im Rahmen dieser Studie überprüft werden, ob die Erstellung einer Art „Wahrnehmungslandkarte“ der Peripherie möglich und sinnvoll ist. Dieses grafische Schema würde theoretisch verdeutlichen, in welchen Bereichen der Peripherie die Wahrnehmung bestimmter Farben, Kontraste und Textgrößen sowie konkreter Webseiten-Elemente möglich ist. Die Landkarte könnte als ein Instrument zur Gestaltung von besonders effizient wahrnehmbaren Webseiten dienen.

³ Zur Erläuterung der hier verwendeten Begriffe siehe Kapitel 2.

In ihrer Gesamtheit hat diese Arbeit das Ziel, ein Fundament für die zukünftige Erforschung der peripheren Wahrnehmung auf Webseiten zu bieten.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in einen theoretischen Teil, der sich aus den Kapiteln 2 und 3 zusammensetzt, sowie einen praktischen Teil, der aus den Kapiteln 4 bis 7 besteht.

Kapitel 2 gibt zunächst einen Überblick über die im Rahmen dieser Arbeit relevanten Eigenschaften der visuellen Wahrnehmung. Dabei liegt der Schwerpunkt einerseits auf dem Aufbau der Retina (Netzhaut) sowie den Eigenschaften und Mechanismen, die die Wahrnehmungsqualität in der Peripherie der Retina beeinflussen, und andererseits auf der Rolle der Peripherie in der Steuerung von Blickbewegungen.

Kapitel 3 stellt verschiedene Studien vor, die bislang zur Erforschung der peripheren Wahrnehmung durchgeführt wurden. Neben den Ergebnissen der vorgestellten Experimente, stehen auch die Methodik und die eingesetzten Techniken im Vordergrund.

Kapitel 4 erläutert in Fortführung der in Abschnitt 1.2 dargelegten Ziele dieser Arbeit den Forschungsansatz der durchgeführten Studie. Als Grundlage für die Planung der Studie und die Entwicklung einer geeigneten Methodik wird in diesem Kapitel ein Pool von Forschungsfragen formuliert.

Kapitel 5 beschreibt die Methodik der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Studie. Der Versuchsaufbau wird inklusive technischer Parameter detailliert erläutert. Weiterhin werden der Ablauf der Studie und die Eigenschaften der Probanden dargelegt. Außerdem wird das Befragungsschema vorgestellt, welches zur Beantwortung der in Kapitel 4 aufgelisteten Fragen entwickelt wurde.

Kapitel 6 präsentiert sowohl die Ergebnisse der durchgeführten Studie als auch die Schlussfolgerungen des Autors aus den einzelnen Beobachtungen. Beobachtung und Interpretation werden dabei getrennt aufgeführt. Der erste Abschnitt „Psychophysiologische Grenzen“ legt zunächst die reinen Wahrnehmungsleistungen der Probanden dar, gibt also beispielsweise an, in welchem peripheren Bereich Farben noch korrekt erkannt werden konnten. Zudem wird in diesem Abschnitt erläutert, welche visuellen Eigenschaften die periphere Wahrnehmung grundsätzlich fördern oder hemmen. Im Abschnitt „Objekterkennung“ werden die Ergebnisse bezüglich der Wahrnehmung von Textpräsenz, des Lesens und der Erkennung von Gesichtern und Personen vorgestellt. Der Abschnitt „Semantische Identifikationsmerkmale von typischen Webseiten-Elementen“ legt dar, welche Merkmale von den Probanden zur peripheren Identifikation von Elementen herangezogen wurden. Die beiden letzten Abschnitte „Visuelle Attraktivität und der erste Eindruck“ und „Themenerkennung“ führen an, welche Elemente besonders viel Aufmerksamkeit auf sich zogen und anhand welcher Kriterien die Probanden die Themen der einzelnen Webseiten bestimmen konnten.

Kapitel 7 fasst die zentralen Ergebnisse der Studie zusammen und diskutiert diese im Kontext weiterer wissenschaftlicher Erkenntnisse.

Kapitel 8 zieht ein abschließendes Fazit und gibt Anregungen für zukünftige Studien.

2 Relevante Eigenschaften der visuellen Wahrnehmung

In diesem Kapitel werden alle im Rahmen dieser Arbeit relevanten Eigenschaften der menschlichen visuellen Wahrnehmung zusammenfassend erläutert. Zunächst erfolgt ein kurzer Überblick über den Aufbau des Auges, wobei der Fokus auf der Retina liegt. In einem separaten Abschnitt werden Eigenschaften speziell der peripheren Retina aufgeführt und die unterschiedlichen Funktionsweisen von Fovea und Peripherie differenziert. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Faktoren, die die Qualität der peripheren Wahrnehmung einschränken. Im Abschnitt „Der optomotorische Zyklus“ werden das Prinzip der Augenbewegungen und deren zentrale Eigenschaften aufgezeigt. Der letzte Abschnitt stellt verschiedene Theorien zur Steuerung von Blickbewegungen vor und erläutert die Rolle der visuellen Aufmerksamkeit.

2.1 Aufbau des menschlichen Auges

Das menschliche Auge besteht aus einem optischen System, dem so genannten „dioptrischen Apparat“ (Grüsser & Grüsser-Cornehls, 1985) und einer im Augenhintergrund liegenden „abbildgenerierenden Struktur“ (Schandry, 2006), der Retina, auch bekannt als Netzhaut. Die in Form von Licht ins Auge fallenden Informationen passieren zunächst den dioptrischen Apparat, also die transparente Hornhaut (Cornea), die den Lichteinfall regulierende Pupille und zum Schluss die Linse (siehe Abbildung 1). Die Brechkraft der Hornhaut und die durch den Ziliarmuskel veränderliche Brechkraft der Linse sorgen für ein scharfes, aber stark verkleinertes und um 180° gedrehtes Abbild auf der Retina (Grüsser & Grüsser-Cornehls, 1985; Schandry, 2006).

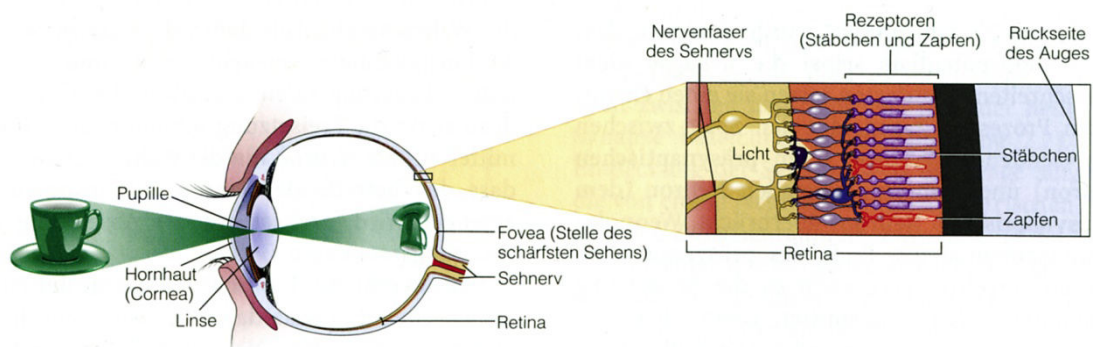


Abbildung 1: Weg einer visuellen Information durch den menschlichen Sehapparat (übernommen aus Goldstein, 2008)

Das Licht dieses Abbildes stimuliert die Photorezeptoren in der Retina, welche so genannte Sehpigmente enthalten. Diese chemischen Verbindungen reagieren auf das einfallende Licht und lösen elektrische Signale aus, die nach Passieren eines neuronalen Netzwerks über den Sehnerv das Auge verlassen und an das Gehirn weitergeleitet werden (Goldstein, 2008).

Es existieren zwei verschiedene Arten von Photorezeptoren in der Retina, die Zapfen und die Stäbchen (siehe Abbildung 1). Diese unterscheiden sich nicht nur in ihrer Form, sondern auch in Funkti-

on und Verteilung auf der Retina. Die etwas sechs Millionen Zapfen in der Retina sind für die Farbwahrnehmung und das photopische Sehen, also das Sehen bei Tageslicht, zuständig (Schandry, 2006). Sie teilen sich in drei verschiedene Typen auf, die für kurzwelliges, mittelwelliges oder langwelliges Licht verantwortlich sind, was in etwa den Farben Blau, Grün und Rot entspricht (Mangold, 2007). Im Gegensatz zu den Zapfen sind die ca. 120 Millionen Stäbchen deutlich lichtempfindlicher und für das skotopische Sehen, also das Sehen bei schwacher Beleuchtung, ausgelegt (Schandry, 2006). Die Stäbchen können jedoch lediglich Graustufen wahrnehmen, also keine Farbreize verarbeiten.

Die Verteilung von Zapfen und Stäbchen wird in Abbildung 2 deutlich. In der Fovea (auch bekannt als Sehgrube oder gelber Fleck), einem kleinen Bereich der Retina, existieren ausschließlich Zapfen. Ihre Dichte ist hier mit ca. 150.000 Rezeptoren pro mm^2 am höchsten (Mangold, 2007), daher stellt die Fovea die Stelle des schärfsten Sehens in der Retina dar. Der Durchmesser der Fovea beträgt ca. 1,5 mm (Block, 2002). Mickasch & Haack (1986, S. 15) geben den Bereich des Gesichtsfeldes, der auf die Fovea fällt, mit ca. 2° horizontal und 1° vertikal an. Goldstein erklärt weiterhin, dass die Fovea „sich genau innerhalb der Sichtlinie“ befindet (Goldstein, 2008, S. 434), sodass bei der Betrachtung eines Objekts dessen Abbild auf die Fovea fällt.

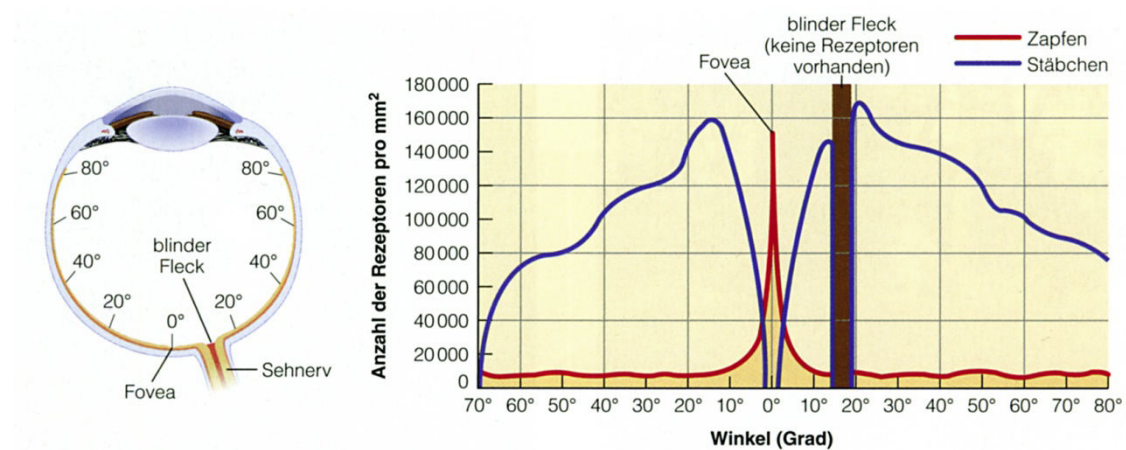


Abbildung 2: Verteilung von Zapfen und Stäbchen auf der Retina. Die Gradangaben in der Abbildung des Auges stellen sowohl die Entfernungen von der Fovea auf der Retina, als auch die entsprechenden Winkel im Gesichtsfeld bei direktem fovealen Sehen als Nulllinie dar (übernommen aus Goldstein, 2008)

Die Region, die an die Fovea angrenzt, wird als Parafovea bezeichnet und reicht ungefähr bis zu einem Sehwinkel von $4-5^\circ$ (Duchowski, 2007). Danach beginnt die so genannte Peripherie. In diesen extrafovealen Regionen sind sowohl Zapfen als auch Stäbchen vorhanden, wobei die Dichte der Stäbchen deutlich höher ist, als die der Zapfen (siehe Abbildung 2). Goldstein (2008, S. 34) betont, dass es trotz der hohen Konzentration von Zapfen in der Fovea von großer Bedeutung ist, dass sich der größte Teil der insgesamt sechs Millionen Zapfen in der Peripherie befindet. Da in der Fachliteratur häufig keine Trennung zwischen Parafovea und Peripherie vorgenommen wird und der Begriff Parafovea je nach Autor Regionen unterschiedlicher Größen bezeichnet, wird im Folgenden nur die Bezeichnung Peripherie verwendet, mit der die gesamte Region der Retina jenseits der Fovea gemeint ist.

Lediglich an einer Stelle auf der Retina, dem so genannten blinden Fleck, befinden sich keine Rezeptoren, da dort der Sehnerv aus dem Auge austritt. Dieser Bereich befindet sich ungefähr bei 18°

Exzentrizität (Schandry, 2006, S. 266; siehe auch Abbildung 2, S. 16 und Abbildung 3), was einem Abstand von ca. 3,5 bis 5 mm entspricht (Block, 2002). Im Folgenden werden Abstände zur Fovea als Exzentrizität in Grad ($^{\circ}$) angegeben. Die retinale Exzentrizität bezeichnet die „Distanz eines Retina-Ortes von der Fovea centralis.“ (Grüsser & Grüsser-Cornehls, 1985, S. 216).

Das binokulare Sichtfeld des Menschen, welches durch die Kombination der Sichtfelder beider Augen im Gehirn entsteht, misst ca. 190° in der Horizontalen und 150° in der Vertikalen (Mangold, 2007, S. 41). Abbildung 3 stellt die Überlappung der beiden Sichtfelder dar. Anhand der Überlappung wird deutlich, dass die durch den blinden Fleck verursachte fehlende Wahrnehmung des einen Auges vom Sichtfeld des jeweils anderen Auges kompensiert wird (Fischer, 1999, S. 42).

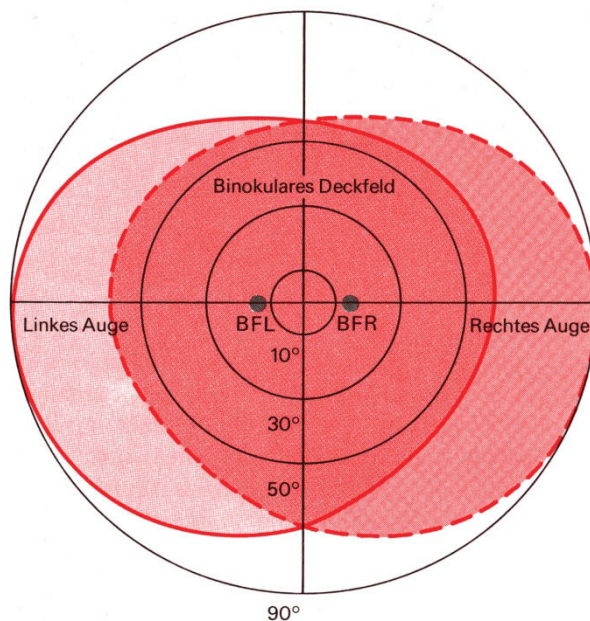


Abbildung 3: Sichtfeld des linken (durchgezogene Linie) und des rechten Auges (gestrichelte Linie) inklusive der blinden Flecken (BFL/BFR) beider Augen (übernommen aus Grüsser & Grüsser-Cornehls, 1985)

Die Fovea ermöglicht bei Tageslicht-Sehen eine hohe Sehschärfe und das Sehen von Farben, wohingegen jenseits der Fovea die Sehschärfe und die gesamte Wahrnehmungsqualität mit steigender Exzentrizität stark abnehmen. Diese Tatsache wird von einer Kombination aus mehreren Faktoren verursacht. Da die periphere Wahrnehmungsqualität für die vorliegende Studie von entscheidender Bedeutung ist, werden diese Faktoren im folgenden Abschnitt separat behandelt.

2.2 Visuelle Qualität jenseits der Fovea

Die Sehschärfe an verschiedenen Orten der Retina ist messbar. Um diese zu messen, werden auf eine bestimmte Exzentrizität der Retina zwei Objekte projiziert und der Betrachter berichtet, ob er diese Objekte noch getrennt wahrnehmen kann oder ob er nur ein Objekt sieht. Wie in Abbildung 4 (S. 18) deutlich wird, sinkt die Sehschärfe mit der Distanz zur Fovea stark ab. Bei photopischem Sehen nimmt die Sehschärfe von 2-5° Exzentrizität linear ab (Duchowski, 2007), bei 5° beträgt sie ungefähr noch 50% und bei 40° nur noch 10% (Hochberg, 1978, zitiert nach Irwin, 1992).

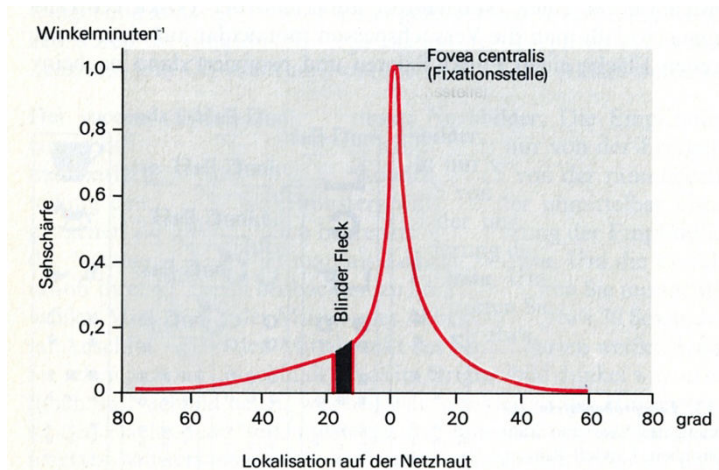


Abbildung 4: Abhängigkeit der Sehschärfe von der Platzierung eines Prüf-Stimulus (Landolt-Ring⁴) auf der Retina. Monokulare Messung für das photopische Sehen. (übernommen aus Grüsser & Grüsser-Cornehls, 1985)

Für diesen hohen Verlust an Sehschärfe sind mehrere Faktoren verantwortlich. Ein rein physikalischer Faktor ist im Aufbau der Retina zu finden. Betrachtet man den Aufbau der Retina (siehe Abbildung 5), fällt auf, dass das Licht zunächst die Schichten eines neuronalen Netzwerks durchdringen muss, bevor es auf die eigentlichen Photorezeptoren, die Zapfen und die Stäbchen, stößt. Laut Schandry (2006, S. 246) bezeichnet man dieses Phänomen als „Inversion der Retina“. Da die Schichten in einem gewissen Maße durchscheinend sind, kann das Licht sie zwar passieren, dennoch verschlechtert diese Passage des Lichts die Sehschärfe in der Peripherie. In der Fovea ist dieses neuronale Gewebe zur Seite gedrängt, sodass das Licht direkt auf die Photorezeptoren trifft.

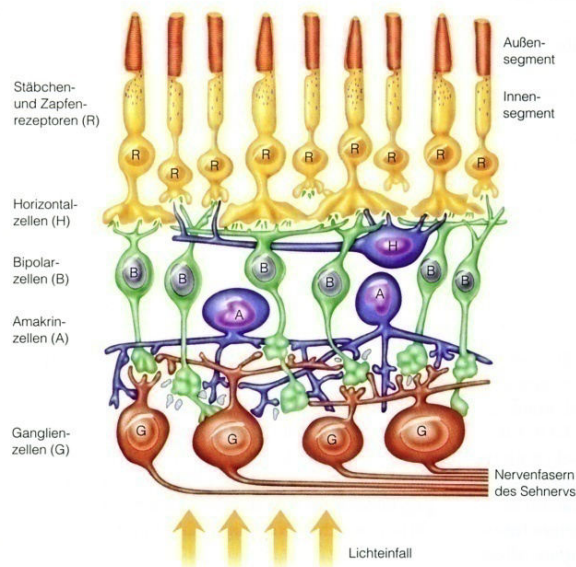


Abbildung 5: Schematischer Querschnitt durch das neuronale Netzwerk der Retina; das Licht fällt von unten ein (modifiziert nach Goldstein, 2008)

⁴ Landolt-Ringe sind Ringsymbole, die auf einer Seite eine kleine Öffnung aufweisen. Der Betrachter hat die Aufgabe, die Position der Öffnung anzugeben. (vgl. Grüsser & Grüsser-Cornehls, 1985)

Ein weiterer Faktor, der die Sehschärfe zum Rand der Retina hin schlechter werden lässt, ist die sinkende Dichte der Stäbchen. Während bei 15° Exzentrizität noch ca. 150.000 pro mm² zu finden sind, ist die Dichte bei 70° Exzentrizität auf etwa 30.000 pro mm² gesunken (Mangold, 2007, S. 41). Der mit der Exzentrizität deutlich zunehmende Abstand zwischen den Zapfen trägt ebenfalls zur Verschlechterung der Sehschärfe und des Farbsehens bei (vgl. Fischer, 1999, S. 43; Schandry, 2006).

Auch die Verschaltung der Neuronen in der Retina nimmt starken Einfluss auf die Sehschärfe und das Auflösungsvermögen. Wie in Abbildung 5 (S. 18) zu erkennen ist, passieren die Signale, die von den Zapfen und Stäbchen nach Empfang eines Lichtreizes ausgesendet werden, ein kompliziertes Netzwerk aus Horizontal-, Bipolar- und Amakrinzellen, bevor sie zu den Ganglienzellen gelangen. Auf diesem Weg findet ein hohes Maß an Bündelung (Konvergenz) statt, da die Informationen von etwa 126 Millionen Photorezeptoren auf nur eine Million Ganglienzellen zusammengefasst werden müssen (Goldstein, 2008, S. 49). Während in der Fovea die Konvergenz sehr gering bis nicht vorhanden ist, also teilweise einer Ganglienzelle nur ein einzelner Zapfen zugewiesen ist, wird die Konvergenz mit zunehmender Exzentrizität stärker. Ganze 50% der Ganglienzellen sind für die inneren 16° der Retina zuständig (Curcio, Sloan, Kalina & Henderson, 1990, zitiert nach Anstis 1998), entsprechend grob ist die Verteilung der restlichen Ganglienzellen auf die weitere Peripherie. Generell konvergieren Stäbchen deutlich stärker als Zapfen: Laut Goldstein (2008) senden im Durchschnitt 120 Stäbchen ihre Signale an eine Ganglienzelle, aber nur sechs Zapfen konvergieren ihre Signale auf eine Ganglienzelle. Ein Ergebnis der starken Konvergenz bei Stäbchen ist ihre höhere Lichtempfindlichkeit: Durch die starke Bündelung kommt auch bei schwachem Lichteinfall ein starker Reiz bei der Ganglienzelle an, da die Signale von vielen Stäbchen gewissermaßen addiert werden. Ein im Rahmen dieser Studie wichtigeres Resultat der Konvergenz ist die dadurch sinkende Detailauflösung der Stäbchen und somit auch der Peripherie (vgl. Teller, 1990, zitiert nach Goldstein, 2008). Was dies praktisch heißt, macht Abbildung 6 deutlich.

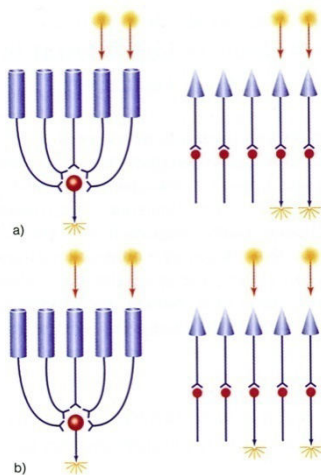


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Verschaltung von Stäbchen (links) und Zapfen (rechts) (übernommen aus Goldstein, 2008)

Wie aus der linken Hälfte der Abbildung ersichtlich ist, führen zwei unterschiedlich weit voneinander entfernte Lichtreize bei den Stäbchen zu einem identischen Output. Es wird demnach nicht registriert, dass links in Darstellung b) die Lichtreize weiter voneinander entfernt sind als in Darstellung a). Bei der Verschaltung der Zapfen (rechte Hälfte der Abbildung) werden die Lichtreize jeweils

getrennt wahrgenommen, da jeder Zapfen nur eine Ganglienzelle anspricht und somit keine Konvergenz stattfindet. Das räumliche Auflösungsvermögen wird demzufolge durch Konvergenz reduziert. Schandry legt einen weiteren Faktor dar, der zur Verschlechterung des Stäbchensehens bei Tageslicht führt: „Beim photopischen Sehen wird das Stäbchensystem aktiv gehemmt.“ (Schandry, 2006, S. 247). Erst wenn das einfallende Licht bei den Zapfen annähernd keine Reaktion mehr hervorruft, wird diese Hemmung aufgehoben.

Die praktischen Folgen der Kombination aller Faktoren werden in Abbildung 7 deutlich. Hier stellt Herczeg (1994) die insbesondere für die Bildschirmarbeit relevanten Grenzen des binokularen Sichtfeldes überblicksartig dar. Da die Erkennung von Schrift und Symbolen stark von deren Größe abhängt, können diese Angaben nur als grobe Anhaltspunkte dienen.

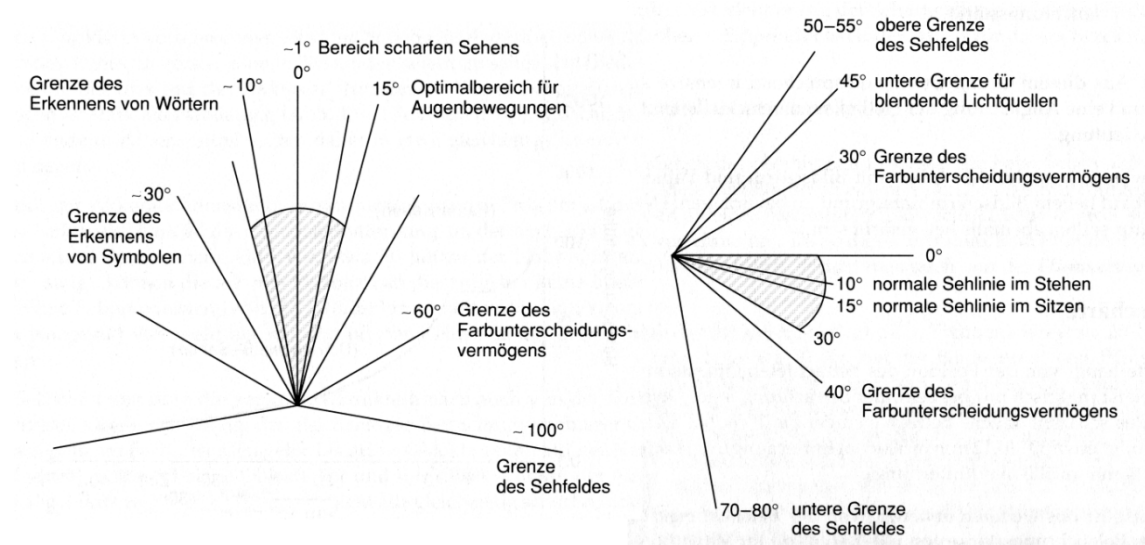


Abbildung 7: Horizontales (linke Hälfte) und vertikales (rechte Hälfte) binokulares Sichtfeld, (modifiziert nach Herczeg, 1994, S. 51)

Anhand der in diesem Abschnitt erläuterten Eigenschaften des peripheren Sehvermögens wird deutlich, dass die Fovea und die Peripherie nicht die gleichen Aufgaben erfüllen können, sondern gewissermaßen zusammenarbeiten müssen, um eine ausreichende visuelle Wahrnehmung zu ermöglichen. Bevor in den kommenden Abschnitten diese Zusammenarbeit dargelegt wird, scheint die Frage nach dem Grund für die ungleichmäßige Verteilung der visuellen Ressourcen auf der Retina berechtigt. Anstis (1998, S. 819) beantwortet die Frage mit der Datenkompression, die durch die abfallende Sehschärfe jenseits der Retina möglich wird. Laut seinen Berechnungen wird die Bandbreite eines Bildes beim Transport zum Gehirn dadurch um bis zu 97% reduziert. Schwartz (1994, zitiert nach Anstis, 1998) errechnet zudem, dass das menschliche Gehirn theoretisch zwischen 5.000 und 30.000 lb (2.269 bis 13.608 kg) wiegen müsste, wenn die gesamte Retina das räumliche Auflösungsvermögen der Fovea bieten würde und diese Informationen durch das Gehirn bewältigt werden müssten. Trotz der Tatsache, dass es sich bei diesen Angaben lediglich um Spekulationen handelt, wird deutlich, dass die ungleiche Verteilung der visuellen Ressourcen auf der Retina biologisch begründbar und sinnvoll ist.

2.3 Der optomotorische Zyklus

In diesem Abschnitt wird der optomotorische Zyklus lediglich kurz zusammengefasst, da er für diese Arbeit keine tragende Rolle spielt, aber zum Verständnis grundsätzlich bekannt sein sollte.

Wie anhand des letzten Abschnitts deutlich wurde, muss das Abbild eines Objekts auf die Fovea des Betrachters fallen, um scharf und detailliert wahrgenommen zu werden. Um dies zu erreichen, bewegt ein Betrachter seine Augen so, dass das Abbild des Objektes von Interesse genau auf die Fovea trifft. Die dazu nötigen Augenbewegungen werden von „sechs paarig angeordneten Muskeln“ (Mangold, 2007, S. 39) ausgeführt. Die Augen bewegen sich allerdings nicht permanent, sondern in einer Art „Stop and Go“-Rhythmus, welcher aus Fixationen und Sakkaden besteht. Diesen bezeichnet man als den optomotorischen Zyklus (Fischer, 1999, S. 127). Eine Sakkade ist ein Blicksprung, welcher das Auge auf ein neues Objekt ausrichtet. Sakkaden sind ballistische Bewegungen (Findlay & Walker, 1999), das heißt, dass sie nicht mehr gestoppt werden können und ihre Richtung nicht mehr verändert werden kann, sobald sie ausgelöst wurden. Ihre Geschwindigkeit kann bis zu 500° pro Sekunde betragen (Rayner, 1998). Aufgrund der hohen Geschwindigkeit und eines „saccadic suppression“ (Matin, 1974, zitiert nach McCarley & Kramer, 2007, S. 96) genannten Unterdrückungsmechanismus, ist das Wahrnehmungsvermögen während einer Sakkade stark eingeschränkt. Sakkaden können eine Strecke bis zu 40° bewältigen und benötigen, je nach Länge, ca. 30-120 ms (Jacob, 1995). Bei der Informationsaufnahme aus Bildern oder Texten beträgt die Sakkadenlänge etwa 1-4° (vgl. Rayner, 1998).

Hat eine Sakkade ihr Ziel erreicht, wird dieses fixiert. Während solch einer Fixation ruht das Auge und der Blick ist auf eine bestimmte Stelle gerichtet. Fixationen dauern durchschnittlich 200-300 ms. Demnach finden in einer Sekunde häufig mehrere Wechsel zwischen Sakkade und Fixation statt. Laut Mangold (2007, S. 69) führt das Auge durchschnittlich in 15% der Gesamtzeit Sakkaden aus und ist während der restlichen 85% mit Fixationen beschäftigt. Neben Sakkaden existiert eine Vielzahl weiterer Augenbewegungen, die z.B. dafür sorgen, dass die Sehpigmente während einer Fixation nicht ausbleichen, Kopfbewegungen kompensiert oder sich bewegende Objekte verfolgt werden.

Die Mechanismen, die den optomotorischen Zyklus steuern, sind sehr komplex und nach wie vor zentraler Bestandteil vieler Untersuchungen und Theorien (vgl. z.B. Findlay & Walker, 1999; Henderson & Hollingworth, 1999). Im Folgenden werden einige bekannte Modelle zur Sakkadensteuerung zusammenfassend dargestellt.

2.4 Aufmerksamkeit und Sakkadensteuerung

Bevor die Mechanismen der Sakkadensteuerung genauer betrachtet werden, sollte zunächst der Begriff der Aufmerksamkeit definiert werden. Henderson definiert die visuelle Aufmerksamkeit als „[...] the selective use of information from one region of the visual field at the expense of other regions of the visual field.“ (Henderson, 1992, S. 260). Demnach wird von der gesamten Menge verfügbarer visueller Informationen bewusst eine Teilmenge ausgewählt und tiefergehend verarbeitet.

Wie die hier vorgestellten theoretischen Modelle der Sakkadensteuerung verdeutlichen, wird zwar generell vorausgesetzt, dass in der Peripherie der Retina eine Informationsaufnahme stattfindet,

doch wird selten definiert, in welchem Umfang und bis zu welcher Exzentrizität dies geschieht. Die Sakkadensteuerung basiert laut Posner (1978, zitiert nach Schroiff, 1986, S. 59) zunächst auf zwei grundlegenden Prinzipien: Die Kontrolle einer Sakkade kann bewusst oder unbewusst stattfinden. Während bei der bewussten Steuerung der Blick gezielt an ein neues Ziel bewegt wird („attention control“), um dort bestimmte Informationen aufzunehmen, reagiert die unbewusste Kontrolle („reflex control“) reflexartig auf einen visuellen Reiz. Diesen automatisierten Reflex bezeichnet man auch als Orientierungsreaktion (Schroiff, 1986). Auch wenn dies nicht explizit erwähnt wird, so scheint ersichtlich, dass sowohl die bewusste Selektion eines neuen Ziels als auch die unbewusste Wahrnehmung eines Reizes, der eine reflektorische Sakkade hervorruft, in der Peripherie erfolgen.

Posners Modell ist eng verknüpft mit dem „Bottom-Up“- und „Top-Down“-Prinzip. Die Bottom-Up-Verarbeitung oder auch „reizgesteuerte Verarbeitung“ (Goldstein, 2008, S. 8) basiert lediglich auf der Wahrnehmung eines visuellen Reizes. Wenn also beispielsweise ein Betrachter eine Sakkade auf ein in der Peripherie befindliches besonders helles Objekt ausführt und dieses anschließend fixiert, wurde die Sakkade vermutlich von einem Bottom-Up-Prozess ausgelöst, da das Objekt einen besonders intensiven visuellen Reiz dargestellt hat. Findet hingegen eine Top-Down-Verarbeitung statt, wird diese durch das Wissen, die Erfahrung und auch die momentane Aufgabe des Betrachters gesteuert (vgl. Goldstein, 2008; Mangold, 2007; Schroiff, 1986). Wie Yarbus (1967) in seinem bekannten Versuch belegen konnte, beeinflusst das momentane Interesse eines Betrachters seine Blickbewegungen. In Yarbus' Experiment wurden die Probanden aufgefordert, ein Gemälde zu betrachten und dabei bestimmte Fragen zu beantworten, beispielsweise wie die materiellen Verhältnisse der abgebildeten Personen beschaffen sind. Im genannten Fall wurden insbesondere die Kleidung der weiblichen Personen und die abgebildeten Möbel häufig fixiert (Yarbus, 1967, S. 192). Je nach Aufgabe der Probanden ergaben sich demnach deutlich voneinander abweichende Abfolgen von Fixationen und Sakkaden. An dieser Stelle kann zusammengefasst werden, dass Sakkaden sowohl bewusst als auch unbewusst gesteuert werden können. Auf welche Weise das Ziel der nächsten Sakkade bestimmt wird, d.h. anhand welcher Kriterien die Reihenfolge der Fixationen und Sakkaden geplant wird, können die bisher genannten Modelle jedoch nicht erklären.

Die Entscheidung, welches Objekt als nächstes fixiert wird, erklärt man häufig mit dem theoretischen Modell der „saliency maps“ (Salienzkarten) (Goldstein, 2008, S. 134). Dieses Modell geht davon aus, dass die Bestandteile eines wahrgenommenen Bildes hinsichtlich ihrer Stimulussalienz analysiert werden. Hohe Kontraste oder klare Konturen bewirken beispielsweise eine hohe Stimulussalienz, sorgen also dafür, dass ein Objekt „hervorsticht“. Aufgrund dieser Werte wird eine Art Landkarte gebildet, die den einzelnen Objekten ein Aktivierungsniveau (vgl. Rötting, 2001) zuweist. Das Objekt mit dem höchsten Aktivierungsniveau stellt daraufhin ein wahrscheinliches Ziel für die nächste Sakkade dar. Nach Ausführung dieser Sakkade wird eine neue Salienzkarte erstellt. Parkhurst, Law & Niebur (2002, zitiert nach Goldstein, 2008) erzeugten aufgrund verschiedener visueller Kriterien Salienzkarten von Abbildungen und verglichen sie mit den Blickbewegungsdaten von Probanden, die diese Abbildungen betrachteten. Die Ergebnisse zeigten, dass die ersten Fixationen vor allem auf Arealen mit hoher Stimulussalienz stattfanden, also mit den „künstlichen“ Karten übereinstimmten. Nach einiger Betrachtungszeit nahm diese Deckungsgleichheit ab und andere, eher inhaltliche Faktoren der Abbildungen schienen die Blickbewegungen zu beeinflussen. Dieses Ergebnis korrespondiert mit den Resultaten von Henderson & Hollingworth (1999, zitiert nach Rötting, 2001), wonach im Laufe der Betrachtung die interne Salienzkarte der Betrachter vermehrt durch Top-Down-Prozesse beeinflusst wird, also nicht mehr ausschließlich auf physikalischen Eigen-

schaften (wie z.B. einem hohen Kontrast) basiert. Dabei ist allerdings unklar, in welchem Detailgrad und Umfang Informationen aus der Peripherie in diese „semantische“ Salienzkarte integriert werden. Detaillierte Informationen zum Modell der Salienzkarten sind in Findlay & Walker (1999) zu finden, darüber hinaus wird das Modell dort weiterentwickelt.

Im Zuge der Theorien zur Sakkadensteuerung findet häufig ein zusätzliches Modell Anwendung: Das der „overt and covert attention allocation“ (vgl. Henderson, 1992; McCarley & Kramer, 2007). Die overt attention – die „offenkundige Aufmerksamkeit“ – wird mit dem Fixationsort, also der Position des Blicks, gleichgesetzt und ist demnach bei Anwendung von Eye-Tracking permanent sichtbar. Die covert attention hingegen ist nicht sichtbar, da sie den Ort bezeichnet, an dem sich die Aufmerksamkeit des Betrachters innerhalb einer Fixation befindet. Dieser Ort muss nicht zwangsläufig der Fovea entsprechen, sondern kann sich auch in der Peripherie befinden. Wie in einigen Studien belegt werden konnte, ist die Aufmerksamkeit durch den Betrachter unabhängig von den Augenbewegungen steuerbar (Fischer, 1999, S. 131; Rayner, 1998, S. 374). Während ein bestimmter Ort fixiert wird, kann die covert attention, also die verdeckte Aufmerksamkeit, einem anderen Ort (des Abbildes, das auf die Retina fällt) gewidmet werden. Wie man in einem einfachen Selbstversuch herausfinden kann und wie zudem in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden konnte, verbessert sich die Qualität der Wahrnehmung eines peripher betrachteten Objektes, wenn man sich auf das Objekt konzentriert, also seine Aufmerksamkeit zu dessen Position lenkt (vgl. auch Fischer, 1999, S. 131).

Inwiefern diese verdeckte Aufmerksamkeit in der Sakkadensteuerung eine Rolle spielt, ist umstritten und Diskussionspunkt verschiedener theoretischer Ansätze. Ein Ansatz ist das „Sequential Attention Model“ von Henderson (1992). Das Modell besteht aus folgenden fünf Grundannahmen: (1) Bei jeder neuen Fixation ist der Ort der Aufmerksamkeit zunächst identisch mit dem Zentrum der Fixation, entspricht also der Position der Fovea. (2) Sobald die Verarbeitung bzw. das Verständnis des dort betrachteten Objekts eine bestimmte Grenze überschritten hat, wird die Aufmerksamkeit freigegeben und kann sich – unabhängig von dem Fixationsort – neu positionieren. (3) Gleichzeitig mit der Neuausrichtung der Aufmerksamkeit beginnt die Planung der Augenbewegungen, die notwendig sind, um den Blick auf ein neues Objekt auszurichten. Die Zielposition ist der extrafoveale Ort, an dem sich die Aufmerksamkeit zum aktuellen Zeitpunkt befindet. (4) Die ausgeführte Neupositionierung der Aufmerksamkeit ermöglicht an dieser extrafovealen Position eine tiefergehende Analyse. (5) Die Augenbewegungen, die nötig sind, um die neue Position in den Bereich des schärfsten Sehens, also der Fovea, zu bringen, werden ausgeführt.

Wie intensiv die Analyse des peripher betrachteten Objekts (Schritt 4) stattfinden kann, hängt dabei einerseits von der Zeitverzögerung ab, die durch die Programmierdauer der Sakkade (Schritt 3) verursacht wird, als auch von dem Grad der Beanspruchung, der durch die Verarbeitung des noch fixierten Objekts entsteht. Diese periphere Analyse sorgt bei der darauf folgenden Fixation für einen „preview benefit“ (Henderson, 1992, S. 269). Dieser Vorteil durch die Vorverarbeitung in der Peripherie schlägt sich in einer kürzeren Dauer der darauf folgenden Fixation nieder. Weitere Details zu dem Sequential Attention Model sind in Henderson, Pollatsek & Rayner (1989), Henderson (1992) und Henderson & Ferreira (1993) zu finden. Wie anhand dieses hypothetischen Modells deutlich wird, spielt die Wahrnehmung in der Peripherie und auch deren Qualität eine bedeutende Rolle.

“We know that peripheral vision guides subsequent eye movements.” (Gould, 1976, S. 333). Während dieser Fakt in allen Modellen der Sakkadensteuerung festgeschrieben ist bzw. vorausgesetzt wird, geht kein Modell explizit darauf ein, in welchem Umfang und Detailgrad Informationen aus

der Peripherie abgerufen werden. Zudem ist nach wie vor umstritten, ob Informationen zum Teil ausschließlich peripher analysiert, aber darauffolgend nicht fixiert werden, da der peripher wahrgenommene Detailgrad zur Verarbeitung ausreichend war (vgl. Abschnitt 3.5). Folglich stellt sich die grundsätzliche Frage, in welcher Qualität Informationen peripher wahrgenommen und daraufhin verarbeitet werden können.

3 Ergebnisse und Methodik bisheriger Studien

In diesem Kapitel werden verschiedene Studien vorgestellt, die die periphere visuelle Wahrnehmung gezielt untersucht oder diesbezüglich interessante Ergebnisse erzielt haben. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Rolle der Peripherie in Bezug auf die Wahrnehmung von Webseiten, wobei die gesammelten Erkenntnisse zum Teil auch auf andere grafische Benutzeroberflächen übertragbar sein sollten. Da zu diesem speziellen Themenfeld offensichtlich noch keine Forschungsergebnisse veröffentlicht wurden, werden im Folgenden vor allem Resultate der Grundlagenforschung präsentiert. Weil der Großteil der Studien jeweils einen bestimmten Stimulustypen (z.B. Text) eingesetzt oder sich mit einem bestimmten Wahrnehmungsaspekt (z.B. Farbe) beschäftigt hat, gliedert sich das vorliegende Kapitel anhand dieser Kriterien. Neben den reinen Ergebnissen steht auch die Methodik der Studien im Vordergrund, da speziell für die Untersuchung von Fragestellungen die Peripherie betreffend verschiedene Techniken entwickelt wurden. Es können nicht immer alle relevanten Daten aufgeführt werden, da die Methodik und weitere Parameter in der Literatur von Studie zu Studie in sehr unterschiedlichem Detailgrad beschrieben werden. Über die Präsentation der Studien hinaus wird jeweils die Verwertbarkeit ihrer Ergebnisse für die Fragestellung der vorliegenden Arbeit diskutiert.

3.1 Farbe

Die Ergebnisse eines viel beachteten Experiments zur peripheren Farbwahrnehmung wurden 1959 von Moreland & Cruz veröffentlicht (Moreland & Cruz, 1959). Es war das Ziel der Studie, die foveale mit der peripheren Farbwahrnehmung zu vergleichen. Während vorangegangene Studien mit der Benennung von Farben arbeiteten, also qualitative Ergebnisse aufwiesen, wollten Moreland & Cruz die Unterschiede der fovealen gegenüber der peripheren Farbwahrnehmung messbar machen. Mit Hilfe eines modifizierten „Wright trichromatic colorimeter“ wurden Strahlen farbigen Lichts über eine Anordnung von Spiegeln und Linsen auf die Retina des Probanden projiziert. Auf die Fovea wurden zwei Lichtstrahlen als Referenzfarben geworfen, die ungefähr einem Blau-Grün und einem Gelb-Orange entsprachen. Auf die Peripherie wurden drei Lichtstrahlen der Farben Rot, Grün und Blau projiziert. Die Aufgabe der Probanden war es, den roten, grünen und blauen Lichtstrahl per Regler so zu modifizieren, dass sich die foveal präsentierten Farben daraus ergaben. Dabei war es den Probanden möglich, den Kopf in einem vorgegebenen Radius zu bewegen, sodass die Position der Stimuli vertauscht werden konnte, also die RGB-Kombination foveal und die Referenzfarbe peripher zu sehen war. Die Lichtstrahlen wurden auf verschiedene horizontale und vertikale Exzentrizitäten von 10-50° projiziert, wobei die Farbfelder eine Größe von ungefähr 1,3 x 0,7° einnahmen. Die Studie wurde mit zwei Probanden durchgeführt, diese waren die Autoren bzw. Entwickler des Experiments selbst. Es gilt zu beachten, dass das Experiment am dunkeladaptierten Auge und demnach bei skotopischem Sehen durchgeführt wurde (vgl. Abschnitt 2.2). Das heißt, dass das Auge zuvor an eine schwache Beleuchtung gewöhnt wurde und die Stäbchen somit empfindlicher auf Lichteinfall reagierten.

Anhand der Resultate wird deutlich, dass die Farbwahrnehmung in der peripheren Retina deutlich schlechter ist als in der Fovea. Ab einer Exzentrizität von 20-30° ließ sich eine Tendenz zu Rot-Grün-

Blindheit erkennen. Eine Tendenz zur totalen Farbenblindheit stellte sich zwischen 40-50° Exzentrität ein. Weiterhin wiesen die Autoren auf große Unterschiede zwischen den einzelnen Probanden hin. Inwiefern die Resultate auch für das Arbeiten beispielsweise an einem modernen Bildschirm in einer Büroumgebung und somit für das photopische Sehen gelten, ist unklar.

Die Ergebnisse von Moreland & Cruz (1959) stimmen weitgehend mit denen von Nagy & Wolf (1993) überein, die speziell die periphere Wahrnehmung von Farben aus dem Rot-Grün-Spektrum untersuchten. Nagy & Wolf führten ihre Untersuchung ebenfalls am dunkeladaptierten Auge durch.

Boff & Lincoln (1988, zitiert nach Duchowski, 2007) stellen die Erkenntnisse zur peripheren Farbwahrnehmung in einer schematischen Abbildung dar (siehe Abbildung 8). Es wird deutlich, dass die Identifikation von Blau und Gelb bei Exzentritäten möglich ist, bei denen Rot und Grün bereits nicht mehr erkannt werden können. Die Autoren weisen darauf hin, dass keines der dargestellten Felder eine klar definierte Grenze besitzt, sondern die Empfindlichkeit unregelmäßig ab einer Exzentrität von 15-30° absinkt (Boff & Lincoln, 1988, zitiert nach Duchowski, 2007).

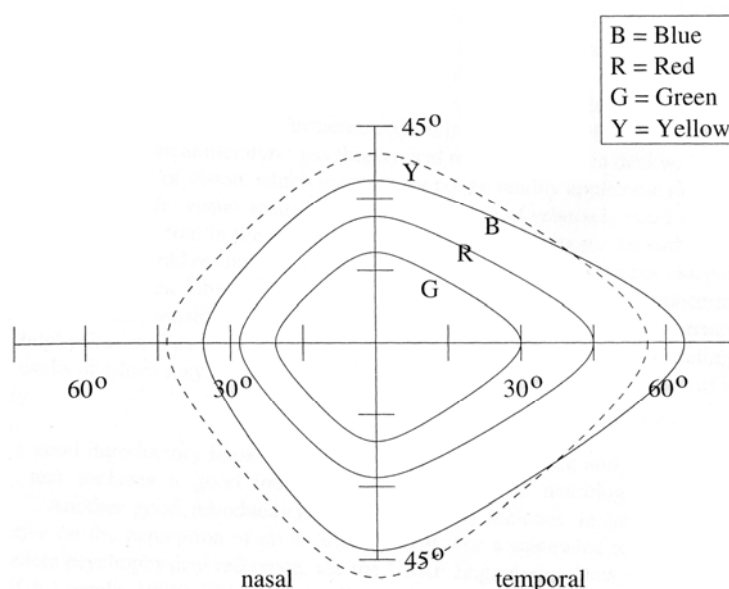


Abbildung 8: Grenzen der Farbwahrnehmung im monokularen Sichtfeld des rechten Auges (nach Boff & Lincoln, 1988, übernommen aus Duchowski, 2007)

In einer weiteren Studie, die sich mit peripherer Farbwahrnehmung auseinandersetzte, untersuchte Ancman (1991, zitiert nach Duchowski, 2007) die Identifikation von 1,3° großen Farbkreisen auf einem CRT-Monitor (Cathode Ray Tube, auch bekannt als Röhrenmonitor). Die Stimuli wurden auf verschiedenen Exzentritäten bis über 80° von der Fovea entfernt platziert. Die Probanden identifizierten die peripher sichtbare Farbe in 5% der Fälle falsch, wenn es sich um Blau handelte, in 63%, wenn die Farbe Rot war und in 62% der Fälle bei einem grünen Stimulus. Darüber hinaus konnte Ancman maximale Exzentritäten der Farberkennung feststellen: Blau konnte bei bis zu 83,1° horizontaler Exzentrität noch erkannt werden, Rot hingegen nur bei bis zu 76,3° und Grün bei bis zu 74,3°. ⁵

⁵ Ob die Studie von Ancman bei photopischem oder skotopischem Sehen durchgeführt wurde, ist anhand der vorliegenden Literatur nicht ersichtlich.

Trotz der in diesem Abschnitt überblicksartig vorgestellten Studien kann festgestellt werden, dass über die periphere Farbwahrnehmung noch vergleichsweise wenig bekannt ist. Duchowski erklärt in Bezug auf dieses Thema: „Quantification of perceptual performance is not easily found in the literature. Compared to investigation of foveal color vision, only a few experiments have been performed to measure peripheral color sensitivity.“ (Duchowski, 2007, S. 37). Im Kontext dieser Feststellung und der in diesem Abschnitt präsentierten Ergebnisse erscheint es sinnvoll, insbesondere für die Mensch-Maschine-Interaktion, Teilerkenntnisse wie die bessere Wahrnehmbarkeit von den Farben Blau und Gelb in der Peripherie weiter zu erforschen und die Relevanz dieser Tatsache für die Praxis zu untersuchen.

3.2 Kontrast und räumliches Auflösungsvermögen

Die Kontrastsensitivität der Peripherie wurde in diversen Studien untersucht. Als Stimuli wurden in den meisten Fällen Sinuswellen-Muster oder andere Gittermuster eingesetzt, deren räumliche als auch zeitliche Frequenz während der Studien systematisch manipuliert wurden. Das heißt, die Feinmaschigkeit der Muster sowie ihre Bewegungsgeschwindigkeit wurden verändert, um die Grenzen der peripheren Wahrnehmbarkeit aufzuzeigen. Die Wahrnehmbarkeit feinmaschiger Muster bezieht sich jedoch auch auf das räumliche Auflösungsvermögen der Peripherie (siehe auch Abschnitt 6.1.3), also auf die Fähigkeit, zwei dicht beieinander liegende Punkte zu differenzieren. Daher sind in diesem Kapitel „Kontrast“ und „Räumliches Auflösungsvermögen“ zusammengefasst.

Koenderink, Bouman, Bueno de Mesquita & Slappendel (1978) führten mehrere Experimente durch, in denen die periphere Wahrnehmbarkeit von sich bewegenden Sinuswellen-Mustern untersucht wurde. Die Stimuli wurden auf einer nasalen horizontalen Exzentrizität von 0-50° präsentiert, wobei ihre Maße in den verschiedenen Studien systematisch von 0,5 x 0,5° bis zu 16 x 16° verändert wurden. Die Stimuluster wurden von einer Apparatur erzeugt, die unter anderem aus einem Oszilloskop, Linsen, einer Blende und verschiedenen beweglichen Spiegeln bestand. Zusätzlich zum Stimulus wurde ein 1° großer Fixationspunkt generiert. Als Probanden fungierten jeweils zwei der Autoren.

Koenderink et al. konnten feststellen, dass es für jede geprüfte Exzentrizität eine individuelle Kombination aus der Grobheit des Muster und seiner Bewegungsgeschwindigkeit gibt, die für eine optimale Wahrnehmbarkeit sorgt. Zudem wurde deutlich, dass die Sensitivität für räumliche Frequenz⁶ ab dem Rand der Fovea kontinuierlich absinkt. Auf der höchsten getesteten Exzentrizität von 50° war das bewegliche Sinuswellen-Muster mit der Größe 4 x 4° kaum oder nicht mehr wahrnehmbar. Ein weiteres Ergebnis wurde durch die Veränderung der Stimulusmaße deutlich: Während bei einer Exzentrizität von 6° der Stimulus mit 0,5 x 0,5° Größe kaum mehr wahrnehmbar war, erhöhte sich die Wahrnehmbarkeit bei einer Größe von 4 x 4° um den Faktor 50 und entsprach somit der Wahrnehmbarkeit in der Fovea. Im dritten Teil der Studie wurde dieser Effekt gezielt untersucht: „We have found that the contrast detection thresholds depend critically on the extent of the target field.“ (Koenderink et al., 1978, S. 854).

⁶ Die räumliche Frequenz (spatial frequency) wird in „cycles per degree“ (cpd) beschrieben und bezeichnet die Häufigkeit des Auftretens einer Struktur, also beispielsweise einer Linie pro Maßeinheit, in diesem Fall pro Grad des Sichtwinkels.

Abgesehen von der Erkenntnis, dass die Gesamtgröße des Stimulus eine entscheidende Rolle bei seiner peripheren Wahrnehmbarkeit spielt, scheinen die Ergebnisse der Studie von Koenderink et al. nur schwer auf die Wahrnehmung von Benutzeroberflächen übertragbar zu sein. Da zwischen den eingesetzten Stimuli und beispielsweise auf Webseiten vorhandenen Objekten keine unmittelbare Verbindung herzustellen ist, wäre es eventuell sinnvoll, die periphere Differenzierbarkeit von Helligkeits- und Farbkontrasten bei verschiedenen Exzentrizitäten anhand einfacher Farbflächen zu untersuchen.

Wright & Johnston (1983) führten eine vergleichbare Studie mit Gittermustern als Stimuli durch. Auch hier wurden räumliche und zeitliche Frequenz der Gitter gezielt manipuliert. Als Probanden fungierten die beiden Autoren. Es wurden Exzentrizitäten bis zu 12° überprüft, der Betrachtungsabstand betrug 85-150 cm. Die Autoren fassen zusammen: „Contrast sensitivity, measured as a function of retinal eccentricity for stimuli differing in temporal and spatial frequency [...] was maximum at the fovea and declined linearly with eccentricity. The slope of the decrease depended upon spatial but not temporal frequency.“ (Wright & Johnston, 1983, S. 983). Zudem konnte festgestellt werden, dass die Sensitivität für hohe räumliche Frequenzen jenseits der Fovea sehr schnell, jene für niedrige räumliche Frequenzen aber nur langsam absinkt.

Auch die Studie von Wright & Johnston scheint nur teilweise in die Praxis übertragbar zu sein. Die Autoren äußern explizit, dass die Resultate zur Kontrastsensitivität für Gittermuster gelten – die Übertragbarkeit auf andere, in einer realen Umgebung häufiger auftretende, Stimuli wird nicht diskutiert. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass das räumliche Auflösungsvermögen jenseits der Fovea stetig absinkt. Welchen Einfluss dies auf die Ergebnisse der vorliegenden Studie hat, wird in Abschnitt 6.1.3 dargelegt.

Von Harris & Fahle (1996) wurde die Wahrnehmung von „spatial offsets“, also von räumlichen Abständen zwischen zwei Objekten, untersucht. Als Stimuli wurden 0,4-1,7° lange Linien verwendet, die vertikal übereinander angeordnet und in einem bestimmten Winkel zueinander versetzt waren. Die obere Linie befand sich demnach genau über der unteren (in diesem Fall sahen die zwei Linien wie eine längere Linie aus) bzw. links oder rechts von ihr. Die Wahrnehmung dieses räumlichen Versatzes wurde in der Fovea und bei Exzentrizitäten von 3° und 10° untersucht. Der Betrachtungsabstand vom Präsentationsmonitor betrug 200-250 cm und die Stimuli wurden entweder 300 ms oder 1000 ms lang gezeigt. In zwei verschiedenen Aufgaben sollten die Probanden mit Hilfe eines Schalters angeben, ob sie einerseits grundsätzlich einen Versatz der beiden Linien zueinander wahrnehmen können (detection task) und ob sie andererseits feststellen können, ob sich die obere, versetzte Linie links oder rechts von der unteren befindet (discrimination task). Insgesamt nahmen fünf Probanden an der Studie teil, zwei davon waren die Autoren. Neben einer generellen Verschlechterung sowohl der Detektions-, als auch der Unterscheidungsleistung jenseits der Fovea konnten Harris & Fahle feststellen, dass die Unterscheidungsleistung mit steigender Exzentrizität wesentlich schneller sinkt als die Detektionsleistung. „Our data suggest that peripheral vision may be relatively more specialized at detecting discontinuities in edges than in signaling the directions of those discontinuities.“ (Harris & Fahle, 1996, S. 3476). In die Praxis übertragen könnte geschlossen werden, dass Objekte (z.B. auf einer grafischen Benutzeroberfläche) peripher zwar entdeckt werden können, ihre räumliche Anordnung oder Ausrichtung aber eine foveale Betrachtung erfordert. Die Übertragbarkeit der Resultate wird allerdings durch den hohen Betrachtungsabstand von über zwei Metern sowie die maximal überprüfte Exzentrizität von 10° eingeschränkt.

Die Ergebnisse der vorgestellten Studien weisen darauf hin, dass die Kontrastsensitivität mit steigender Exzentrizität deutlich sinkt – wobei unklar bleibt, ob dies beispielsweise auch für Farbflächen gilt. In allen Studien wurde zudem deutlich, dass die Größe von peripher wahrgenommenen Objekten einen starken Einfluss auf ihre Wahrnehmbarkeit hat. Offenbar kann eine entsprechend vergrößerte Darstellung eines Objektes in die Peripherie dafür sorgen, dass die Wahrnehmungsleistung ähnlich der in der Fovea ist. Da relativ primitive bzw. abstrakte Stimuli eingesetzt wurden, ist jedoch fraglich, ob eine solche Vergrößerung auch bei komplexen Objekten, wie sie z.B. auf Webseiten auftreten, Wirkung zeigen würde. Weiterhin wurde anhand der vorgestellten Studien deutlich, dass sich die räumliche Auflösung mit steigender Exzentrizität verschlechtert.

3.3 Bewegung

Entgegen der gängigen Meinung, dass die Peripherie auf die Wahrnehmung von Bewegung spezialisiert ist, konnten McKee & Nakayama (1984) feststellen, dass dies nicht der Fall ist. Bei einem Betrachtungsabstand von 35-400 cm und Exzentrizitäten von 0-40° untersuchten sie die Bewegungswahrnehmung einerseits anhand zweier Rechtecke, die sich in entgegengesetzte Richtungen bewegten (Differentialbewegung) und andererseits die Geschwindigkeitswahrnehmung anhand eines einzelnen sich bewegenden Rechtecks. Die Stimuli wurden auf einem CRT-Monitor für maximal 500 ms präsentiert. Wie die Resultate von McKee & Nakayama zeigen, besitzt das periphere visuelle Feld keine spezielle Fähigkeit zur Bewegungswahrnehmung, die Wahrnehmungsleistungen in Bezug auf Bewegung sind dort nicht besser als in der Fovea. Allerdings verdeutlichen die Ergebnisse auch, dass die Bewegungswahrnehmung in der Peripherie sensitiver bzw. hochauflösender ist, als die reine räumliche Auflösung statischer Stimuli. Das heißt, dass offenbar zwei aufgrund ihrer Größe im statischen Zustand peripher nicht mehr unterscheidbare Objekte doch differenzierbar sind, wenn sie sich relativ zueinander bewegen. Die Sensitivität für Geschwindigkeitsunterschiede ist laut McKee & Nakayama in der Fovea und der Peripherie identisch, ab 6% Differenz kann ein Unterschied zwischen zwei Geschwindigkeiten wahrgenommen werden. Zudem wurde festgestellt: „[...] the periphery responds accurately to fast velocities.“ (McKee & Nakayama, 1984, S. 31).

Koenderink, van Doorn & van de Grind (1985, zitiert nach Duchowski, 2007) stellen anhand ihrer Resultate die Vermutung an, dass die Fovea für langsame Bewegungen empfindlicher ist als die Peripherie. Duchowski (2007) erklärt weiterhin, dass ein sich bewegendes Objekt bei gleicher Geschwindigkeit in der Peripherie langsamer erscheint als in der Fovea. Trotz der generell geringeren Sensitivität für Bewegung, ist diese in der Peripherie „auffälliger“ (more salient; Duchowski, 2007, S. 36) als in der Fovea. Demnach ist es für einen Betrachter einfacher, ein sich bewegendes Objekt zu entdecken, als ein statisches.

Da häufig davon ausgegangen wird, dass Bewegung allgemein visuelle Aufmerksamkeit erzeugt, scheinen die Schlussfolgerungen von Abrams & Christ (2003) interessant. In drei Experimenten wurde von ihnen der Einfluss von Bewegung auf eine Objektidentifikations-Aufgabe untersucht. Ihre Vermutung lautete, dass lediglich das Einsetzen von Bewegung Aufmerksamkeit erzeuge, aber nicht eine dauerhafte Bewegung. Die insgesamt 32 Probanden hatten die Aufgabe, schnellstmöglich aus einer Gruppe von vier Buchstaben einen Zielbuchstaben zu nennen. Diese waren in einem Rechteck von 18° Kantenlänge angeordnet. Es wurden unterschiedliche Versuchsbedingungen angewandt, in denen zu unterschiedlichen Zeitpunkten Bewegungen sowohl der Ziel-, als auch der Ablenkungsstimuli einsetzten oder stoppten. Anhand der Antwortzeiten in Relation zu den unter-

schiedlichen Bewegungen der Stimuli schlussfolgerten Abrams & Christ, dass besonders das Einsetzen von Bewegung Aufmerksamkeit erzeugt: „We have shown that the onset of motion captures attention in a bottom-up, stimulus-driven manner.“ (Abrams & Christ, 2003, S. 431). Zudem erklären die Autoren, dass dieser Effekt nur für 900 ms aktiv ist: Wurden die Stimuli in einer der Versuchsbedingungen zunächst für diese Zeit durch Platzhalter ersetzt, war der Aufmerksamkeitsvorteil der bewegten Stimuli nicht mehr vorhanden. Zusammenfassend stellen Abrams & Christ fest: „It is important to emphasize that motion per se does not appear to attract attention, but rather it is the *onset* of motion that is important.“ (Abrams & Christ, a. a. O.). Im Kontext der vorliegenden Arbeit ist anzumerken, dass Abrams & Christ nicht speziell die Aufmerksamkeitswirkung von Bewegung in der Peripherie untersucht haben und keine Eye-Tracking- oder eine anderweitige Technik eingesetzt wurde, um Augenbewegungen zu verhindern. Dennoch erscheint ihre Schlussfolgerung in Bezug auf grafische Benutzeroberflächen interessant. Der Transfer der Schlussfolgerungen in die Praxis wird allerdings davon eingeschränkt, dass in der Studie lediglich die Wirkung gleichmäßig schneller, kreisender Bewegungen untersucht wurde.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Bewegung offenbar eine Wahrnehmungsqualität ist, die sich mit steigender Exzentrizität langsamer verschlechtert als andere Qualitäten, wie Farbe oder Kontrast. Die Übertragung der Studienergebnisse in die Praxis scheint jedoch zum Teil problematisch, da die Bewegungswahrnehmung isoliert und anhand einzelner, künstlicher Stimuli untersucht wurde – teilweise bei sehr hohem Betrachtungsabstand und kurzer Präsentationsdauer. Wie mehrere, sich gleichzeitig bewegende Objekte oder ein bewegliches Objekt in einer komplexen statischen Umgebung wahrgenommen werden, bleibt demnach unklar. Im Kontext von grafischen Benutzeroberflächen und Webseiten dürfte vor allem die Aufmerksamkeitswirkung von Bewegung relevant sein. Dabei spielt einerseits die Aussage von Koenderink et al. (1985) eine Rolle, dass die Peripherie für langsame Bewegungen weniger sensitiv ist, andererseits auch die Schlussfolgerung von Abrams & Christ (2003), dass vor allem das Einsetzen der Bewegung Aufmerksamkeit erzeugt.

3.4 Lesen

Mit der Wahrnehmung von Text außerhalb der Fovea befassen sich zahlreiche Studien – gemessen an der Gesamtzahl von Experimenten zum peripheren Sehen stellen die Studien zum Thema Lesen den größten Anteil dar. Im Rahmen von verschiedenen Studien wurden so genannte Gaze-Contingent Display-Techniken (GCD-Techniken) entwickelt, um bestimmte Fragestellungen zu beantworten. Diese Techniken werden hier im Rahmen einiger Studien ebenfalls erläutert.

Rayner (1975) führte eine Studie zum Thema Lesen durch, um festzustellen, welche Informationen während des Lesevorgangs aus der Peripherie abgerufen werden und bis zu welcher Exzentrizität dies geschieht. Dazu entwickelte er die Boundary-Technik, eine spezielle GCD-Technik. Zunächst wurde in mehreren Sätzen jeweils ein Basiswort definiert, welches den Sinn des Satzes stark beeinflusst. Dieses wurde durch ein Kontrollwort ersetzt, welches entweder semantisch sinnvoll oder sinnlos im Kontext des Satzes erscheint (siehe Abbildung 9, S. 31). Zudem war es auch möglich, das Wort durch verschiedene sinnlose Buchstabenreihenfolgen zu ersetzen, welche bestimmte Formcharakteristika des Basiswortes aufwiesen, z.B. den gleichen Anfangs- und Endbuchstaben. Mit Hilfe der GCD-Technik wurden verschiedene Grenzen (boundaries) definiert, bei deren Überschreitung durch den Blick des Probanden das Kontrollwort durch das Basiswort ersetzt wurde. Die am weitesten vom Kontrollwort entfernte Grenze war neun Zeichen vor Beginn des Kontrollworts, die

naheste Grenze war der vierte Buchstabe des Kontrollwortes. Der Austausch der Wörter geschah während der Sakkaden des Probanden, sodass dieser ihn aufgrund der saccadic suppression (vgl. Abschnitt 2.3 und 5.3.1.2) nicht bemerkte. Das Experiment wurde mit Hilfe eines Eye-Tracking-Systems durchgeführt. Der fixierte Kopf des Probanden nahm zum CRT-Monitor eine Distanz von 53 cm, wodurch eine Textzeile von 72 Zeichen 18° des Sichtwinkels beanspruchte.

during a saccade because the eyes are moving so ★	Normaler Text
during a saccade because the dogs are moving so ★	Boundary
during a saccade because the eyes are moving so ★	
during a saccade xxxxxxx the eyes are moving so ★	Foveal Mask
during a saccade becausxxxxxxxxyes are moving so ★	
xxxxxx x xxxcade because the xxxx xxx xxxxxx xx ★	Moving Window
xxxxxx x xxxxxxx xxxxxxse the eyes are mxxxxx xx ★	

Abbildung 9: Beispielhafte Darstellung der drei GCD-Techniken Boundary, Moving Window und Foveal Mask. Das Sternsymbol kennzeichnet jeweils den Fixationsort. Die einzelnen Techniken werden im Text erläutert. (modifiziert nach Rayner, 1998, S. 379)

Die Studie von Rayner basiert auf der Annahme, dass die Nichtübereinstimmung eines peripher wahrgenommenen Wortes mit der fovealen Wahrnehmung des vermeintlich gleichen Wortes zu einer erhöhten Fixationsdauer führt. Demnach geht er davon aus, dass ein Proband, der momentan die Mitte des Wortes „because“ fixiert (siehe Abbildung 9) und peripher bereits „the dogs“ wahrnimmt, das Wort „eyes“ länger fixieren wird, da dieses mit seiner zuvor peripher wahrgenommenen Vorschau („dogs“) an diesem Ort nicht übereinstimmt. Weiterhin nimmt er an, eine nicht erhöhte Fixationsdauer bedeute, dass je nach eingesetztem Kontrollwort und Platzierung der Grenze peripher kein Abrufen von Informationen möglich war. Die Studie wurde mit zehn Probanden und insgesamt 255 Sätzen durchgeführt.

Rayner kommt anhand seiner Resultate zu folgendem Schluss: „It was found that a reader was able to make a semantic interpretation of a word that began 1-6 character spaces from his fixation point. When he fixated 7-12 character spaces prior to a word, he was able to pick up such gross visual characteristics as word shape and initial and final letters. It was concluded that the skilled reader is able to take advantage of information in the periphery.“ (Rayner, 1975, S. 65). Weiterhin erklärt der Autor, dass im Rahmen der Studie keine Wortinformationen, weder semantisch noch die Form betreffend, von einer Exzentrizität von über 5° abgerufen werden konnten.

Sowohl die von Rayner eingesetzte GCD-Technik als auch die genannten Ergebnisse erscheinen im Kontext der Erforschung der peripheren Wahrnehmung als relevant. Die Übertragung der Ergebnisse in die Praxis scheint durchaus möglich. Allerdings wird anhand der vorliegenden Literatur nicht deutlich, wie groß die von Rayner verwendete Schriftgröße genau war oder ob es sich um Serifenschrift oder serifenlose Schrift handelte, was die periphere Erkennung der groben Form beeinflusst.

sen könnte. Zudem sollte beachtet werden, dass die Ergebnisse auf der Annahme basieren, die wahrgenommene Unstimmigkeit zwischen dem zunächst peripher und darauffolgend foveal wahrgenommenen Wort resultiere in einer höheren Fixationsdauer. Ob dies wirklich der Fall ist, wurde nicht endgültig bewiesen.

Die Fähigkeit, gänzlich ohne Fovea zu lesen, wurde von Rayner & Bertera (1979) untersucht. Um herauszufinden, in welchem Ausmaß während des Lesens Informationen aus Fovea (2° Durchmesser), Parafovea (10° Durchmesser) und Peripherie (restliche Retina) genutzt werden können, verwendeten die Autoren zwei verschiedene GCD-Techniken. Mit Hilfe der Foveal-Mask-Technik wird die foveale Sicht ausgeschlossen, indem während des Lesens eines Textes eine variable Anzahl von Buchstaben am Fixationsort durch Platzhalter ersetzt wird (siehe Abbildung 9, S. 31, zweites Beispiel). Durch Sakkaden werden die verdeckten Bereiche sichtbar, allerdings nur außerhalb der Fovea. Die Moving-Window-Technik bildet das Gegenstück zur Foveal-Mask-Technik, indem sie den gesamten Text, bis auf einen kleinen Bereich am Ort der Fixation, durch Platzhalter ersetzt. Somit schließt die Moving-Window-Technik die parafoveale und periphere Sicht aus (siehe Abbildung 9, S. 31, unterstes Beispiel). Beide Techniken reagierten innerhalb von 2-10 ms auf die Blickbewegungen der Probanden, die Maskenbewegung wurde demnach als reaktionsfrei bzw. synchron zur Blickposition wahrgenommen. Durch Variation der Größen sowohl der fovealen Maske, als auch des sich bewegenden Fensters, konnten die Bereiche, aus denen Informationen verschiedener Art abrufbar sind, bestimmt werden. Die Studie wurde mit einem Dual-Purkinje Eye-Tracker mit einer Auflösung von ca. $0,17^\circ$ durchgeführt, der die Blickposition alle 4 ms erfasste. Die Stimulustexte wurden auf einem CRT-Monitor präsentiert und nahmen einen Sichtwinkel von 14° ein. Vier Probanden nahmen an der Studie teil. Der Betrachtungsabstand zum Monitor betrug 46 cm, somit entsprachen drei Buchstaben einem Sichtwinkel von 1° . Da die Probanden die Aufgabe hatten, den Text laut vorzulesen, konnten sowohl aus diesen Aussagen, als auch aus den Eye-Tracking Daten Schlüsse gezogen werden.

Rayner & Bertera fassen zusammen, dass die foveale Maske je nach Größe⁷ zu erheblichen Schwierigkeiten führte und sich die Fixationsdauer deutlich erhöhte. Bei Maskierung der zentralen 1° konnten die Probanden die Sätze noch größtenteils korrekt wiedergeben. Wurde die komplette foveale Sicht ausgeblendet, konnten noch etwas unter 80% der Wörter korrekt wiedergegeben werden. Ab einer Maskengröße von 15 Buchstaben, was ca. 5° entspricht, konnte auch der zentrale Sinn eines Satzes nicht mehr erfasst werden, sondern lediglich sehr kurze Wörter konnten noch vereinzelt wiedergegeben werden. Zusammenfassend fiel auf, dass die Probanden besonders die Anfangsbuchstaben und teilweise die Endbuchstaben, sowie die ungefähre Wortlänge und -form erkennen konnten. Anhand dieser Informationen versuchten die Probanden, einen sinnvollen Satz zu bilden. Bei einer Maskengröße von sieben Buchstaben (ca. $2,3^\circ$) wurde beispielsweise aufgrund des Satzes „The pretty bracelet attracted much attention.“ der Satz „The priest brought much ammunition.“ genannt, was die Art der wahrnehmbaren Informationen verdeutlicht. Bei einer Maskengröße von 13 Buchstaben (ca. $4,3^\circ$) wurden ähnliche Beobachtungen gemacht, wobei dort die Wortlänge weniger präzise wiedergegeben werden konnte. Rayner & Bertera berichten weiterhin, dass die Lesegeschwindigkeit von der fovealen Maske stark beeinflusst wurde. Während die Geschwindigkeit ohne Maske ca. 332 Wörter pro Minute betrug, sank sie bei der Maskierung eines Buchstabens bereits auf 165 und bei einer Maskengröße von sieben Buchstaben auf unter zehn

⁷ Es wurden jeweils nach links und rechts gleich viele Buchstaben ausgeblendet.

Wörter pro Minute. Auch das mehrfache Üben des Lesens ohne Fovea brachte keine Verbesserungen.

Die Moving-Window-Technik schränkte die Leseleistung der Probanden ebenfalls ein, wobei das Lesen sogar bei den kleinsten Fenstergrößen möglich war: Selbst bei einer Fenstergröße von einem einzigen Buchstaben konnten die Probanden 90% der Wörter korrekt wiedergeben. Bei einer Fenstergröße von 29 Buchstaben (ca. 9,7°) war die Leseleistung der Probanden vergleichbar mit dem Lesen ohne Fenster. Rayner & Bertera stellen zusammenfassend fest, dass die Maskierung der fovealen Sicht deutlich schwerere Probleme beim Lesen verursachte, als die Ausblendung der parafovealen Sicht. Zudem erklären sie, dass für die semantische Interpretation eines Wortes benötigte Informationen aus der fovealen und nahen parafovealen Region aufgenommen werden, wohingegen bei höheren Exzentrizitäten lediglich Informationen wie Wortlänge oder -form noch wahrgenommen werden können. In Bezug auf die Rolle der retinalen Regionen jenseits der Fovea wird erklärt: „Although it is difficult to obtain information necessary for semantic identification from the parafovea, information available there is useful in reading and guiding eye movements to the next location as we read.“ (Rayner & Bertera, 1979, S. 469).

Anhand der hier vorgestellten Studien wird deutlich, welcher Bereich der Retina eine ausreichende Sehschärfe bietet, um entweder eine semantische Interpretation von Text oder zumindest die Wahrnehmung von Wortlänge und -form zu ermöglichen. Aufgrund der detaillierten Angaben und der Tatsache, dass die Studien am Monitor in einem normalen Betrachtungsabstand durchgeführt wurden, lassen sie sich gut in die Praxis übertragen. Dennoch wäre es in Bezug auf Webseiten und grafische Benutzeroberflächen interessant, inwiefern die dort häufig auftretende Kombination aus kurzen Textabschnitten mit Abbildungen und anderen aufmerksamkeitsintensiven Elementen das Leseverhalten beeinflusst.

3.5 Szenenwahrnehmung und Objekterkennung

In diversen Studien wurde die Wahrnehmung von Szenen oder einzelnen Objekten, oftmals mit Hilfe von Blickbewegungsdaten, untersucht. Zwei Studien, die besonders interessante Ergebnisse in Hinblick auf die Rolle der Peripherie aufweisen, werden im Folgenden vorgestellt.

Parker (1978) stellte die Vermutung an, dass bei der Informationsaufnahme aus einem Bild zunächst Informationen aus einem großen Teil des Sichtfeldes, also auch aus der Peripherie, gesammelt werden, diese mit Erwartungen verglichen und schließlich benutzt werden, um die nachfolgenden Blickbewegungen zu steuern. Um diese Annahme zu überprüfen, führte er mit drei Probanden ein Eye-Tracking-Experiment durch. Die Probanden hatten zunächst die Aufgabe, eine einfache Szene in Form einer Strichzeichnung zu studieren, beispielsweise ein Klassenzimmer mit Schülern. Danach wurden ihnen nacheinander zwölf Kontrollstimuli gezeigt, die die gleiche Szene darstellen, von denen sechs Stimuli manipuliert waren. Die Manipulation wurde immer an demselben Objekt vorgenommen. Im beispielhaften Fall wurde ein Schüler größer oder kleiner dargestellt, mit anderer Kleidung, durch eine Schülerin ersetzt oder vollständig entfernt (siehe Abbildung 10, S. 34). Die Objekte waren jeweils so dargestellt, dass sie sich nicht gegenseitig verdeckten oder direkt aneinander angrenzten. Die Probanden sollten so schnell wie möglich bestimmen, ob der Kontrollstimulus identisch mit dem Ursprungsbild ist oder nicht. Die Stimuli wurden in 30 cm Betrachtungsabstand präsentiert und nahmen horizontal ein Sichtfeld von 30° und vertikal von 25° ein.

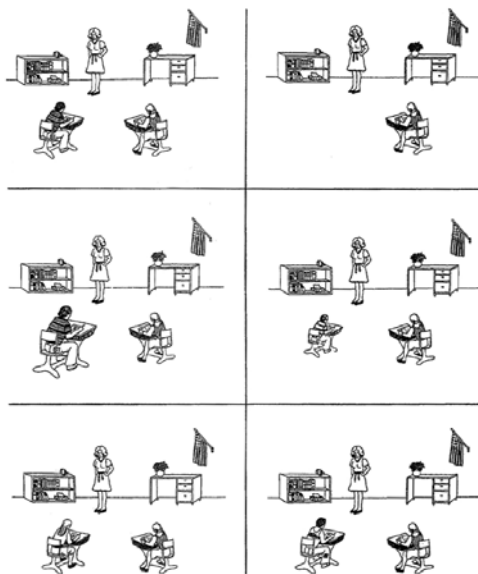


Abbildung 10: Beispielhafte Darstellung der von Parker eingesetzten Stimuli. Die Zeichnung oben links stellt die Ursprungsszene dar, in den anderen fünf wurde jeweils das unten links positionierte Objekt manipuliert. (übernommen aus Parker, 1978)

Parker nahm an, dass manipulierte Objekte früher fixiert werden als nicht manipulierte Objekte. Die Resultate zeigten, dass bei Anzeige eines manipulierten Stimulus in 2% der Fälle die Probanden ohne eine Fixation auf das manipulierte Objekt korrekt antworteten. Weiterhin wurden manipulierte Objekte mehr als eine Fixation früher fixiert als nicht manipulierte. Wenn im Kontrollstimulus ein Objekt aus der Ursprungsszene entfernt worden war, so konnten die Probanden in 85% der Fälle korrekt antworten, ohne die leere Position, an der sie theoretisch das Objekt erwartet hätten, zu fixieren. Darüber hinaus dauerte die Verarbeitung der Kontrollstimuli mit entferntem Objekt nur halb so lange wie die der anderen Stimuli. Parker bezeichnet folgendes Resultat als besonders wichtig: „The subjects frequently "jump ahead" to fixate a changed object on different trails.“ (Parker, 1978, S. 291). Der Autor schließt daraus, dass zur Planung dieser Blickbewegungen Informationen aus der Peripherie mit den im Gedächtnis gespeicherten Informationen über das Ursprungsbild verglichen wurden. Anhand der Ergebnisse schätzt Parker, dass bei der Szenenwahrnehmung in seiner Studie Informationen aus 6,5-10° Exzentrizität aufgenommen und verarbeitet wurden.

Da im Experiment von Parker freie Blickbewegungen möglich waren, lässt sich nicht nachvollziehen, ob den Probanden die Erkennung der manipulierten Objekte auch ausschließlich mit der peripheren Sicht möglich gewesen wäre. Zu beachten ist zudem, dass die verwendeten Zeichnungen von Szenen sehr einfach waren und verhältnismäßig große Distanzen zwischen den einzelnen Objekten bestanden. Die Erkenntnis, dass das Fehlen eines Objektes sehr schnell ausschließlich aufgrund peripherer Informationen erkannt werden kann, erscheint dennoch auf die Wahrnehmung grafischer Benutzeroberflächen übertragbar. Weiterhin weist die frühere Fixierung von manipulierten Objekten darauf hin, dass die Erkennung der Manipulation peripher teilweise möglich ist, die Informationen aber zum Fällen eines sicheren Urteils nicht ausreichen.

Bezugnehmend unter anderem auf die vorgestellte Studie von Parker (1978) führten Henderson, McClure, Pierce und Schrock (1997) ein Experiment durch, um die Bedeutung der Fovea für die Objekterkennung zu untersuchen. Dazu wurden die beiden GCD-Techniken der fovealen Maske und des sich bewegenden Fensters eingesetzt (Erläuterung der Techniken siehe Abschnitt 3.4).

Henderson et al. verwenden für diese Techniken die Bezeichnungen „(artificial) central scotoma“ und „(artificial) extrafoveal scotoma“ und beziehen sich damit auf die gleichnamige Augenkrankheit, die die Funktionsweise der Fovea bzw. der Peripherie stark einschränkt (vgl. Goldstein, 2008, S. 36). In drei verschiedenen Versuchsbedingungen (foveale Maske, bewegliches Fenster, normale Sicht) hatten insgesamt 24 Probanden die Aufgabe, vier linear nebeneinander angeordnete Objekte zu benennen. Der methodische Schwerpunkt lag dabei auf der Technik der fovealen Maske, die beiden anderen Versuchsbedingungen wurden vielmehr zum Vergleich herangezogen. Bei den verwendeten Stimulusobjekten handelte es sich um Strichzeichnungen, z.B. von Tieren oder einfachen Gegenständen. Durch ein spezielles Auswahlverfahren wurde die einfache und gleichmäßige Benennbarkeit der Gegenstände abgesichert. Die schwarzen Strichzeichnungen wurden auf einem 15-Zoll-Monitor bei einem Betrachtungsabstand von einem Meter präsentiert, die Position der Probanden wurde fixiert. Die Anordnung der Objekte beanspruchte horizontal einen Sichtwinkel von $13,5^\circ$, wobei ein Objekt durchschnittlich $1,5 \times 1,5^\circ$ einnahm. Die foveale Maske wurde nicht durch eine frei bewegliche Form realisiert, sondern durch Anzeigen oder Ausblenden einzelner Objekte. Fixierte ein Proband in der Versuchsbedingung mit der fovealen Maske beispielsweise das zweite Objekt in der Anordnung, so war nur dieses nicht sichtbar, jedoch waren das erste, dritte und vierte zu sehen. Wurde eine Sakkade zum dritten Objekt ausgeführt, so verschwand das dritte Objekt und das erste, zweite und vierte wurden angezeigt. Somit waren die Objekte in dieser Bedingung immer nur peripher sichtbar. Da der verwendete Monitor eine Aktualisierungsrate von 100 Hz besaß und der verwendete „Generation 5.5 Stanford Research Institute Dual Purkinje Image Eyetracker“ eine Abtastfrequenz von einer Abtastung pro Millisekunde aufwies, konnten die nötigen Anzeigewechsel in einem Zeitraum erfolgen, der durch die Probanden nicht wahrnehmbar war.

Vor Durchführung des Experiments wurden in Bezug auf die Versuchsbedingung mit der fovealen Maske drei Vorhersagen aufgestellt, die im Folgenden zusammengefasst aufgeführt werden. (1) Falls foveale Informationen für die Objektidentifikation nötig sind, sollte das central scotoma zu einer allgemein sehr schlechten Identifikationsrate führen und die Blickbewegungsmuster stark beeinflussen. (2) Falls foveale Informationen zur Objektidentifikation unnötig sind, aber die Wahrnehmung und Erinnerung an das Objekt fördern, sollte die Benennungsgenauigkeit gut sein. Jedoch ist zu erwarten, dass die Blickbewegungen beeinflusst werden, da versucht wird, vermehrt Informationen aus der Peripherie zu verarbeiten. (3) Falls foveale Informationsaufnahme gänzlich unnötig ist, um ein Objekt zu identifizieren und zu benennen, sollte sowohl die Benennungsgenauigkeit als auch das Blickbewegungsverhalten äquivalent zur Versuchsbedingung ohne central scotoma sein.

Die Ergebnisse des Experiments führten Henderson et al. zu der Schlussfolgerung, dass die zweite Annahme zutreffend ist. In der Versuchsbedingung mit der fovealen Maske war die Identifikationsrate sehr gut und nur unwesentlich geringer als in der Kontrollbedingung ohne Maske. Dennoch beeinflusste die Maske, wie erwartet, die Blickbewegungen sehr stark, da die Probanden das Fehlen der fovealen Sicht durch Bewegung der Objekte in die Peripherie kompensierten. Henderson et al. fassen zusammen: „In summary, the present study suggests that foveal information is beneficial but not necessary for object encoding, at least under the display conditions used here (relatively small objects placed relatively close together in the visual field).“ (Henderson et al., 1997, S. 345). Die Versuchsbedingung, in der die Objekte jenseits der Fovea ausgeblendet wurden und in der somit nur die foveale Sicht verfügbar war, führte zu deutlich anderen Ergebnissen: „Removal of extrafoveal information in the scotoma-offset condition removed a source of information that is

typically used during object identification and consequently increased the amount of time needed to encode the object once it was fixated.” (Henderson et al., 1997, S. 343). Während das Fehlen der peripheren Informationen die Identifizierbarkeit der Objekte demnach nicht negativ beeinflusste, erhöhte sie doch die insgesamt benötigte Verarbeitungszeit zur Identifikation der Objekte. Henderson et al. begründen dies mit der fehlenden peripheren Information über ein Objekt, die die Verarbeitungszeit während der später folgenden Fixation des Objekts bei normaler Sicht verkürzen würde (vgl. auch „preview benefit“ in Abschnitt 2.4).

Die Ergebnisse von Parker (1978) und Henderson et al. (1997) verdeutlichen die wichtige Rolle der peripheren Wahrnehmung bei der Analyse von Szenen und der Identifikation von Objekten. In beiden Experimenten konnten die Probanden wichtige Informationen peripher wahrnehmen und diese sowohl zur effizienten Steuerung der Blickbewegungen, als auch zur Erkennung von Objektdetails nutzen. Während diese Erkenntnisse grundsätzlich auf die Wahrnehmung grafischer Benutzeroberflächen übertragbar scheinen, stellt sich diesbezüglich dennoch die Frage, wie sich unterschiedliche Farben, eine größere Anzahl von Objekten und geringere Distanzen zwischen ihnen auf die peripheren Erkennungsleistungen auswirken. Da sowohl Parker als auch Henderson et al. einfache, mono-chrome Stimuli in einer übersichtlichen Anordnung mit ausreichend Abstand zwischen den Objekten verwendet haben, können ihre Resultate diese Frage nicht beantworten.

3.6 Funktionelles Sichtfeld

Während diverse Autoren anhand ihrer Ergebnisse Schlussfolgerungen ziehen, bis zu welchen Exzentrizitäten Informationen bei verschiedenen Wahrnehmungsaufgaben verarbeitet werden (vgl. Parker, 1978; Rayner & Bertera, 1979), unternahmen einige Forscher den Versuch, die Größe dieses Bereiches gezielt zu ermitteln. Die Region, aus der während einer bestimmten Wahrnehmungsaufgabe, beispielsweise Bildbetrachtung oder visueller Suche, Informationen aufgenommen und verarbeitet werden, wird als funktionelles Sichtfeld („functional visual field“) oder auch Wahrnehmungsspanne („perceptual span“, vgl. Henderson, 1992; Rayner, 1975) bezeichnet. Henderson & Ferreira (1990) definieren die „perceptual span“ wie folgt: „[...] the region of the visual field from which useful information can be acquired during a given eye fixation.“ (Henderson & Ferreira, 1990, S. 417).

Ikeda & Takeuchi (1975) wollten nicht nur die Größe des funktionellen Sichtfeldes, sondern vor allem den Einfluss des „foveal load“, also der visuellen Beanspruchung der Fovea, darauf untersuchen. Dazu führten sie mit acht Probanden eine Studie durch, in der gleichzeitig ein fovealer Stimulus identifiziert und die Position eines peripher platzierten Stimulus benannt werden musste. Als foveale Stimuli wurden Objekte wie Buchstaben, Zahlen, japanische Schriftzeichen und Verkehrszeichen verwendet, die in drei unterschiedliche Schwierigkeitskategorien unterteilt wurden. Als peripherer Stimulus diente ein Sternsymbol, welches von diversen, zufällig platzierten Störstimuli in Form von verzerrten Dreiecken umgeben war (siehe Abbildung 11, S. 37). Der gesamte Bereich, welchen die Probanden aus 50 cm Entfernung monokular betrachteten, nahm ein Areal von 30° Durchmesser ein. Die fovealen Stimuli wiesen einen Durchmesser von 2°, der periphere Stimulus sowie die Störstimuli einen Durchmesser von 1° auf.

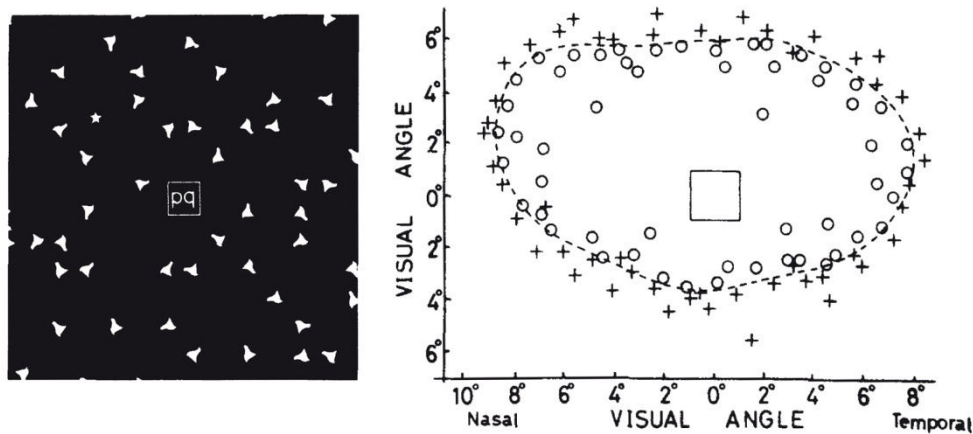


Abbildung 11: links: Exemplarische Abbildung der Stimuli mit zentralem Stimulus "pq" und peripher platziertem Sternsymbol (links oben); rechts: schematische Darstellung der Detektionsrate des peripheren Stimulus eines einzelnen Probanden bei Durchführung ohne foveale Beanspruchung (monokular), o=korrekte Antwort, +=falsche Antwort (modifiziert nach Ikeda & Takeuchi, 1975)

Die Stimuli wurden tachistoskopisch, also lediglich für 250 ms angezeigt, um Blickbewegungen zu vermeiden. Die Probanden hatten die Aufgabe, zunächst den fovealen Stimulus zu benennen und dann die Position des Sternsymbols anhand vorher eingeübter Positionsangaben anzugeben. Die Resultate der Kontrolluntersuchung, in der kein fovealer Stimulus verwendet wurde, sind im rechten Teil von Abbildung 11 für einen einzelnen Probanden zu sehen. Dabei repräsentieren Kreise korrekte Antworten und Kreuze falsche Antworten. Konnte die Position des peripheren Stimulus nicht angegeben werden, wurde dies als falsche Antwort gewertet. Da zwischen den entdeckten und den nicht entdeckten Stimuli relativ deutlich eine Linie gezogen werden kann, vermuten Ikeda & Takeuchi in dieser die Grenze des funktionellen Sichtfeldes bei fehlender Beanspruchung der Fovea. Die gezeigte Abbildung stellt lediglich die Ergebnisse eines Probanden dar, da die Autoren feststellten, dass die Ergebnisse von Proband zu Proband sehr stark voneinander abwichen. Die durchschnittliche Größe des monokularen funktionellen visuellen Feldes, anhand der Ergebnisse aller Probanden bei Durchführung ohne fovealen Stimulus berechnet, beträgt ca. 18° horizontal und 13° vertikal. Bezüglich der Versuchsdurchführung unter Einsatz der fovealen Stimuli fassen Ikeda & Takeuchi zusammen: „The area available [...] is neither fixed nor unlimited, and furthermore, changes dynamically depending on foveal stimulus information; in effect, the greater the resolution difficulty of central figures, the greater the resulting shrinkage of the functional visual field.“ (Ikeda & Takeuchi, 1975, S. 259).

Die Autoren weisen selbst auf die Einschränkungen hin, die durch die eingesetzte Methode der tachistoskopischen Präsentation entstanden sind. Obwohl die sehr kurze Präsentationsdauer in erster Linie dazu diente, Sakkaden zum peripheren Stimulus hin zu verhindern, führte sie oftmals dazu, dass die Probanden durch die Identifikation des fovealen Stimulus in der gegebenen Zeit so stark beansprucht wurden, dass eine Detektion des peripheren Stimulus nicht mehr möglich war. Weiterhin äußern die Autoren, dass sie aufgrund dieser hohen Beanspruchung ein Motivationsproblem bei einigen Probanden nicht ausschließen können. Kritik an der tachistoskopischen Methodik findet sich darüber hinaus bei diversen anderen Autoren (vgl. Bertera & Rayner, 2000; Klein & Farell, 1989). Bertera & Rayner (2000) formulieren ihre Kritik wie folgt: “[...] basically, there is no guarantee that when subjects are presented with single flashes of a stimulus they will use the same

strategy in processing information as they might use when they are free to move their eyes." (Bertera & Rayner, 2000, S. 577). Darüber hinaus erschwert die lediglich monokulare Untersuchung den Transfer der Ergebnisse auf praktische Wahrnehmungsaufgaben im Alltag.

Während die Studie von Ikeda und Takeuchi wenig absolute Aussagekraft hat und eine Quantifizierung der Verkleinerung des visuellen Feldes durch foveale Beanspruchung offenbar nicht möglich war, scheint ihr theoretischer Ansatz dennoch interessant. Zudem geben die Resultate einen groben Anhaltspunkt, dass die periphere Detektionsleistung, also die Fähigkeit, ein gesuchtes Objekt in einer Menge von Störstimuli zu entdecken, selbst bei Verarbeitung eines fovealen Stimulus generell möglich ist. Da die Ähnlichkeit zwischen peripherem Stimulus und Störstimuli relativ hoch und ihre Größe mit 1° eher gering war, lässt sich spekulieren, dass die periphere Detektionsleistung auch bei einem komplexen Gebilde wie einer Webseite relativ hoch sein könnte.

Das funktionelle Sichtfeld bei der Wahrnehmung von Szenen wurde von Saida & Ikeda (1979) mit der GCD-Technik des sich bewegenden Fensters (moving window) untersucht. Die neun Probanden betrachteten dabei Zeichnungen, beispielsweise Familienszenen oder Landschaften, aus einem Meter Entfernung auf einem Fernseher. Die Augenbewegungen wurden aufgezeichnet und zur Realisierung der GCD-Technik verwendet. Die Autoren setzten zwei verschiedene Bildgrößen ($14,4 \times 18,8^\circ$ und $10,2 \times 13,3^\circ$) und fünf verschiedene Fenstergrößen ein. Bei der kleinsten Fenstergröße war ein Bildausschnitt von $3,3 \times 3,3^\circ$, bei der größten ein Ausschnitt von $11,4 \times 11,4^\circ$ sichtbar, zudem wurde auch die Betrachtung ohne Fenster durchgeführt. Saida & Ikeda schlussfolgern aufgrund der Resultate, dass die Größe des funktionellen Sichtfeldes nicht vom absoluten Sichtwinkel, sondern in erster Linie von der Größe des betrachteten Bildes abhängt. Im Fall der durchgeführten Studie erreichte die Erkennungsleistung einen Normalwert – entsprach also der Leistung ohne Fenster – bei einer Fenstergröße von 50% der gesamten Bildgröße. Dementsprechend wird angenommen, dass in diesem Fall die Maße des funktionellen Sichtfeldes 50% der Bildgröße entsprechen. Die Autoren begründen diese Abhängigkeit mit der begrenzten Verarbeitungskapazität des Gehirns. Weiterhin wird geschätzt, dass während der Verarbeitung von Bildinformationen bis zu einer Exzentrizität von 6° Informationen aufgenommen werden. Dabei ist zu beachten, dass die Studie mit monokularer Sicht durchgeführt wurde und diese Angabe somit nur für ein einzelnes Auge gilt.

Die These von Saida & Ikeda bezüglich der Abhängigkeit der Größe des funktionellen Sichtfeldes korrespondiert mit der Annahme von Ikeda & Takeuchi (1975), dass die foveale Beanspruchung die Größe des funktionellen Sichtfeldes beeinflusst. Auch die Erkenntnis, dass das funktionelle Sichtfeld beim Lesen sowohl von der Komplexität der peripher sichtbaren Informationen als auch von der Komplexität des foveal verarbeiteten Wortes abhängt (vgl. Henderson & Ferreira, 1990, S. 423), weist darauf hin, dass die Größe des funktionellen Sichtfeldes in erster Linie von der Verarbeitungskapazität des Gehirns bestimmt wird.

Die hier vorgestellten Experimente geben zusätzlich zu den bereits präsentierten Studien von Parker (1978) und Rayner & Bertera (1979) grobe Anhaltspunkte, bis zu welcher Exzentrizität periphere Informationen bei der visuellen Suche und der Szenenwahrnehmung noch nutzbar sind. Aufgrund der tachistoskopischen Methodik der ersten Studie und der lediglich monokularen Messung in beiden Studien sind die Ergebnisse nur schwer auf reale Wahrnehmungssituationen zu übertragen. Dennoch sind die Schlussfolgerungen als wertvolle Erkenntnisse anzusehen, dass die Größe des funktionellen Sichtfeldes von der Stimuluskomplexität und -größe abhängt (Ikeda & Takeuchi, 1975; Saida & Ikeda, 1979) und dass generell eine parallele Verarbeitung von fovealen und peri-

pheren Informationen möglich ist (Ikeda & Takeuchi, 1975). Gerade aufgrund dessen sollte die Gültigkeit dieser Erkenntnisse auch für grafische Benutzeroberflächen überprüft werden.

3.7 Visuelle Suche

Die im Folgenden präsentierte Studie zur Rolle der Peripherie während der visuellen Suche weist teilweise Überschneidungen mit den im letzten Abschnitt vorgestellten Studien zum funktionellen visuellen Feld auf. Während die in Abschnitt 3.6 dargestellten Studien in erster Linie die Größe des funktionellen Sichtfeldes ergründen wollten, stand bei der hier präsentierten Studie jedoch die visuelle Suche im Vordergrund. Dennoch kommen die Autoren zu vergleichbaren Schlussfolgerungen.

Bertera & Rayner (2000) führten ein Experiment unter Verwendung der GCD-Techniken der fovealen Maske und des beweglichen Fensters durch, in der fünf Probanden die Aufgabe hatten, in einer unstrukturierten Anordnung von insgesamt 39 Zahlen und Buchstaben einen Zielbuchstaben zu finden. Die Größe des Fensters, welches die periphere Sicht ausblendete, wurde von 1° bis 5,7° variiert. Die in einer weiteren Versuchsbedingung verwendete foveale Maske wurde in mehreren Größen von 0,3 x 3,0° eingesetzt. Zusätzlich wurde in einer Kontrollbedingung die Suche ohne GCD-Technik durchgeführt. Neben den Größen der Maske und des Fensters wurde auch die Größe des Gesamtstimulus variiert (minimal 5,0 x 3,5°, maximal 13 x 10°). Die Stimuli wurden auf einem CRT-Monitor dargestellt und aus einer Entfernung von 46 cm betrachtet. Die verwendete technische Ausstattung war der von Henderson et al. (1997) ähnlich und ermöglichte eine Gesamtreaktionszeit von 6-9 ms, sodass die Probanden keine Verzögerung wahrnahmen. Die Resultate der Studie zeigen, dass die Suchleistung der Probanden bei einer Fenstergröße von 5° den Normalwert erreichte, der bei der Suche ohne künstliche Einschränkungen gemessen wurde. Diese 5° würden demnach dem funktionellen visuellen Feld entsprechen. Der Einsatz der fovealen Maske führte zu deutlich schlechteren Suchleistungen als das bewegliche Fenster. Bertera & Rayner kommen anhand der Ergebnisse zu dem Schluss, dass die foveale Sicht nötig ist, um den Zielbuchstaben eindeutig zu identifizieren. Weiterhin schlussfolgern sie, dass die Größe des funktionellen Sichtfeldes neben dem Faktor Sehschärfe auch vom Schweregrad der Suchaufgabe bestimmt wird.

Während die Methodik von Bertera & Rayner solide und auch in technischer Hinsicht ausgereift erscheint, ist die Übertragbarkeit ihrer Schlussfolgerungen auf die visuelle Suche beispielsweise auf Webseiten vermutlich nur teilweise möglich. In praktischen Suchaufgaben wird voraussichtlich meist ein ganzes Wort gesucht, dessen grobe charakteristische Form dem Suchenden höchstwahrscheinlich bekannt ist. Dabei könnten auch Faktoren wie die Farbe des Wortes, Schriftgrößen (in der zu dieser Studie vorliegenden Literatur nicht angegeben) oder umgebende Formen eine Rolle spielen. Daher erscheint fragwürdig, ob die Größe des funktionellen visuellen Feldes bei der Suche nach einem einzelnen Buchstaben ebenfalls der Größe in praxisnahen Aufgaben entspricht.

3.8 Aufmerksamkeit

Aufbauend auf der Fragestellung, ob Wahrnehmung ohne gezielte Aufmerksamkeit möglich ist, führten Li, VanRullen, Koch & Perona (2002) verschiedene Experimente durch. In einem Experiment hatten fünf Probanden, davon zwei der Autoren, eine zentrale und eine periphere Aufgabe. Nach der Anzeige eines Fixationskreuzes wurde den Probanden in einem Radius von 1,2°, demnach in-

nerhalb der Fovea, eine Anordnung von fünf zufällig rotierten Buchstaben gezeigt, bestehend aus den Großbuchstaben T und L (siehe Abbildung 12). Sie sollten per Tastendruck bestimmen, ob die fünf angezeigten Buchstaben gleich sind oder ob sich ein anderer unter ihnen befindet. Dieser Stimulus wurde für weniger als 250 ms, demnach tachistoskopisch, dargeboten und danach von einem Maskierungsreiz verdeckt. Diese zentrale Aufgabe sollte sicherstellen, dass sich die Aufmerksamkeit der Probanden vollständig auf die zentrale Region des Gesamtstimulus richtet. Da die Buchstaben T und L in rotiertem Zustand und bei geringer Distanz recht schwierig voneinander zu differenzieren sind und die kurze Darbietungszeit die Identifikation erschwerte, sahen die Autoren die hohe Anforderung an die Aufmerksamkeit der Probanden als gesichert an. Hatten die Probanden ausschließlich diese Aufgabe zu bewältigen, so lag die Quote der korrekten Antworten bei ca. 77%.

Die periphere Aufgabe bestand darin, zu bestimmen, ob sich innerhalb eines für 27 ms angezeigten Fotos ein Tier befindet oder nicht. Das Foto nahm eine Größe von $4,8 \times 3,2^\circ$ ein und wurde bei einer Exzentrizität von ca. $6,1^\circ$ an einer zufälligen Position gezeigt. Die Hälfte aller verwendeten Fotos enthielt ein oder mehrere Tiere, die andere Hälfte stellte Landschaften, Gebäude, künstliche Objekte und ähnliches dar. Dieser periphere Stimulus wurde 53 ms nach Erscheinen des zentralen Stimulus angezeigt und nach der Anzeigezeit von 27 ms durch einen Maskierungsreiz verdeckt. Die Probanden wurden angewiesen, die Maustaste permanent gedrückt zu halten und sie innerhalb einer Sekunde loszulassen, falls sie einen Zielreiz, also ein oder mehrere Tiere, entdeckt hatten. Sollten die Probanden lediglich diese periphere Aufgabe bewältigen, lag die Quote der korrekten Antworten bei ca. 76%.

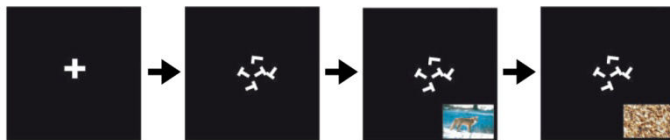


Abbildung 12: Abfolge der Stimuli (stark vereinfacht, modifiziert nach Li et al., 2002)

Die Bewältigung der einzelnen Aufgaben stellte lediglich eine Kontrollbedingung dar. Im Hauptversuch hatten die Probanden hingegen die Anweisung, so schnell wie möglich auf die periphere Aufgabe zu antworten (durch Loslassen oder Nicht-Loslassen der Maustaste) und danach durch einen Tastendruck (auf der Tastatur) die zentrale Aufgabe zu beantworten. Die Stimuli wurden in ca. 120 cm Betrachtungsabstand auf einem Monitor mit einer Auflösung von 1280 mal 1024 Pixeln angezeigt. Wie die Autoren erklären, waren für jeden Probanden ca. zehn Stunden Training nötig, um eine derart schnelle motorische Antwortreaktion zu erlernen.

Aus den Resultaten des Hauptversuchs schlussfolgern Li et al. zunächst, dass die Aufmerksamkeit der Probanden trotz zusätzlichem peripheren Stimulus auf die zentrale Aufgabe gerichtet war, da deren Beantwortung gleichwertig zur Kontrollbedingung erbracht werden konnte. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass die Beantwortung der peripheren Aufgabe ebenso gleichwertig zur Kontrollbedingung erbracht werden konnte. Demnach war es den Probanden trotz Fixierung der Aufmerksamkeit auf die zentrale Region offenbar möglich, in der nahen Peripherie eine extrem kurz angezeigte Szene in durchschnittlich 76% der Fälle in einem gewissen Grad semantisch zu interpretieren. Li et al. fassen zusammen: „Our findings show that rapid visual categorization of

novel natural scenes requires very little or no focal attention. [...] It thus appears that a sophisticated high level of representation (e.g., semantic) can be accessed outside the focus of attention.“ (Li et al., 2002, S. 9600).

Während im Versuch von Henderson et al. (1997, siehe Abschnitt 3.5) peripher ebenfalls eine Objektidentifikation möglich war, scheint an den Ergebnissen von Li et al. besonders interessant, dass die Identifikation auch bei einer extrem kurzen Darbietung und bei gleichzeitiger mutmaßlicher Abwesenheit von Aufmerksamkeit möglich war. Diesbezüglich bleibt allerdings unklar, ob Li et al. (2002) mit „attention“ die verdeckte Aufmerksamkeit oder die sichtbare Aufmerksamkeit (vgl. Abschnitt 2.4) meinen. Weiterhin könnte das intensive Training der Probanden zu einer Leistung geführt haben, die einem normalen Betrachter in realen Wahrnehmungssituationen nicht möglich ist. Ob man bei einer intensiven Vorbereitung auf die Testsituation, bzw. der Kenntnis darüber, dass peripher ein Stimulus angezeigt werden wird, wirklich von der Abwesenheit von Aufmerksamkeit sprechen kann, erscheint fraglich. Darüber hinaus spekulieren Li et al. (2002), dass die Ergebnisse auch auf einen evolutionsbedingten Mechanismus zurückzuführen sein könnten, der die schnelle Verarbeitung von Naturszenen fördert.

Diese Einschränkungen bzw. die besonderen Versuchsparameter erschweren zwar zunächst den Transfer der Ergebnisse in die Praxis, aber dennoch unterstreichen sie, dass in Bezug auf mögliche Wahrnehmungsleistungen der Peripherie – auch in Abwesenheit von Aufmerksamkeit – Forschungsbedarf besteht.

3.9 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden verschiedene Studien zum Thema des peripheren Sehens vorgestellt und die eingesetzten Techniken und Vorgehensweisen beschrieben. Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Autoren bieten in ihrer Gesamtheit ein erstes Bild, welche Wahrnehmungsleistungen mit der Peripherie des Auges noch möglich sind, aber auch, wo ihre Grenzen liegen. Es wird deutlich, dass die Leistungsfähigkeit der Fovea der der Peripherie grundsätzlich überlegen ist, was Farb- und Kontrastwahrnehmung, sowie räumliches Auflösungsvermögen und dementsprechend auch die Identifikation von feinen Strukturen, wie z.B. Buchstaben, betrifft. Dennoch zeigen die Resultate, dass für bestimmte Aufgaben die Wahrnehmungsqualität der Peripherie ausreicht und dass bei allen hier vorgestellten Stimuli bzw. Aufgaben Informationen aus der Peripherie abgerufen und in den Informationsverarbeitungsprozess integriert wurden. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass die Peripherie für eine effiziente Sakkadensteuerung benötigt wird. Die zuletzt vorgestellte Studie wirft abschließend die Frage auf, ob auch während einer anspruchsvollen Wahrnehmungsaufgabe, die primär Informationen aus der Fovea aufnimmt, nicht möglicherweise „am Rande“ auch nicht zur zentralen Aufgabe gehörende Informationen aus der Peripherie verarbeitet werden.

Über die reinen Ergebnisse hinaus wurden in diesem Kapitel verschiedenen Techniken vorgestellt, die entwickelt wurden, um die Rollen und Fähigkeiten der verschiedenen Retina-Regionen zu untersuchen. Eine zentrale Rolle spielen dabei die GCD-Techniken, die auf dem Bildschirm dargestellte Stimuli abhängig von der Blickposition des Probanden in Echtzeit manipulieren.

Alle vorgestellten Studien weisen eine quantitative Ausrichtung aus, wodurch präzise Daten gesammelt und eindeutige Resultate erzielt werden konnten. Die quantitative Ausrichtung der Experimente bringt allerdings auch Einschränkungen mit sich – so wurden in vielen Fällen Stimuli einge-

setzt, die weder in der natürlichen Umwelt, noch in den Medien oder in der Arbeitswelt wiederzufinden sind. Um etwaige Störfaktoren auszuschließen, wurden die Stimuli zudem häufig isoliert oder unter Einfluss einfacher Störmuster betrachtet, wohingegen in einer natürlichen Umwelt viele unterschiedliche Informationen gleichzeitig vorhanden sind und gewissermaßen im Wettbewerb um die Aufmerksamkeit des Betrachters stehen (vgl. Goldstein, 2008, S. 132). Auch auf Webseiten und anderen grafischen Benutzeroberflächen stehen diverse grafische und textuelle Elemente in Konkurrenz zueinander. Aufgrund dieser großen Differenz zwischen eingesetzten Stimuli und in der Realität vorhandenen Reizen stellt sich die Frage, inwiefern die gesammelten Ergebnisse und die darauf basierenden Schlussfolgerungen auf alltägliche Wahrnehmungssituationen übertragbar sind.

Neben diesen grundsätzlichen Eigenschaften der Studien stellen möglicherweise auch einige methodische Parameter Einschränkungen dar. Bezüglich der lediglich monokular durchgeführten Studien ist nicht geklärt, ob die Resultate einfach auf binokulare Sicht umgerechnet werden können oder ob beispielsweise die fehlende Überlappung der beiden Sichtfelder zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen könnte. Weiterhin setzten einige Studien tachistoskopische Techniken ein. Diese gelten als umstritten, da nicht sicher ist, inwiefern Probanden aufgrund der sehr kurzen Präsentationsdauer von Stimuli kompensatorische Wahrnehmungsstrategien entwickeln, die vom Verhalten in der Realität abweichen (vgl. Abschnitt 3.6; Bertera & Rayner, 2000; Klein & Farell, 1989). Sowohl die tachistoskopischen als auch einige andere Studien arbeiten mit einer begrenzten Betrachtungsdauer, die oftmals im Sekunden-Bereich liegt. Neben der gewollten Verhinderung von Blickbewegungen und der bewussten Erzeugung einer hohen kognitiven Beanspruchung der Probanden sorgen diese Begrenzungen allerdings auch für einen künstlichen Zeitdruck, der vermutlich in der Realität nicht in dem Maße vorhanden ist. Darüber hinaus wird deutlich, dass die Studien Exzentritäten bis zu 6°, manche bis zu 50° oder 80° untersucht haben, was teilweise durch die Fragestellung begründet ist, aber die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mitunter erschwert.

Anhand der vorgestellten Studien kann festgestellt werden, dass diverse Experimente zur gezielten Untersuchung einzelner Wahrnehmungsleistungen der Peripherie durchgeführt wurden, jedoch keine Quelle ein überblicksartiges Gesamtbild liefert, welches sich zudem auf moderne Medien wie Webseiten oder grafische Benutzeroberflächen anwenden ließe.

4 Forschungsansatz

Aufgrund der im letzten Kapitel vorgestellten Forschungsergebnisse und zum Einsatz gekommenen Vorgehensweisen erscheinen folgende Parameter für die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Studie als sinnvoll: Generell wird ein deutlich breiterer und dafür weniger in die Tiefe gehender Ansatz gewählt, um im Rahmen einer einzelnen Studie einen Überblick über die perzeptuellen Möglichkeiten der Peripherie zu bieten. Als Stimuli werden Webseiten eingesetzt, da diese einen natürlichen, in der Realität häufig auftretenden und relevanten Stimulus darstellen. Der Einsatz unveränderter Webseiten gewährleistet, dass die real vorhandene Kombination aus Faktoren, beispielsweise das Zusammentreffen von Text, Fotos und Grafiken in verschiedenen Größen und Anordnungen, in der Studie berücksichtigt wird. Da neben der reinen Wahrnehmbarkeit von Webseiten-Elementen in der Peripherie auch die semantische Interpretierbarkeit des peripher Wahrgenommenen im Fokus der Untersuchung steht, wird ein qualitativer und explorativer Forschungsansatz gewählt. Somit werden keine quantitativen Daten erfasst, sondern die mit Hilfe eines Befragungsschemas gesammelten Aussagen der Probanden qualitativ ausgewertet und daraufhin teilweise quantifiziert. Dieser explorative Ansatz ist nicht darauf ausgerichtet, gezielt einzelne Fragestellungen endgültig zu beantworten, sondern erste Anhaltspunkte herauszuarbeiten und eine überblicksartige Forschungsgrundlage zum Thema peripheres Sehen auf Webseiten zu schaffen, da diese bislang noch nicht existiert. Diese Grundlage soll die gezielte Beantwortung jeder einzelnen Frage durch separate Studien vorbereiten.

Bezüglich der technischen Umsetzung der Studie kann aus diesen Anforderungen und den in Kapitel 3 vorgestellten Studien folgender Aufbau abgeleitet werden: Da das Ziel der Untersuchung die Wahrnehmungsleistung der Peripherie ist, soll die foveale Sicht ausgeschlossen werden. Dies soll zudem gewährleisten, dass keine Interpretationen bezüglich peripher wahrgenommener Elemente aus fovealen Informationen abgeleitet werden können. Die Blickposition der Probanden soll fixiert werden, um feststellen zu können, welche Wahrnehmungsleistungen bei welchen Exzentrizitäten noch möglich sind. Da die tachistoskopische Darstellung vielfach für ungeeignet befunden wurde und zudem keine künstliche Zeitbegrenzung gesetzt werden soll, wird mittels einer GCD-Technik abgesichert, dass der Blick des Probanden einen zentralen Fixationsbereich nicht verlässt. Die Stimuli sollen so realitätsnah wie möglich dargeboten werden.

Da es sich bei der hier durchgeführten Studie um eine breit angelegte und explorative Arbeit handelt, wird keine explizite Hypothese formuliert und es findet keine Hypothesenprüfung statt. Das Vorgehen basiert sowohl auf den in Kapitel 3 vorgestellten Studien als auch auf einer Vielzahl von Fragen, die vor allem in der praktischen Arbeit des Autors als Usability Engineer und weiterer Mitarbeiter der Hochschule der Medien Stuttgart entstand, insbesondere in Eye-Tracking-Studien. Insgesamt bildet dieser Pool von Fragen das Fundament für die Planung der Studie, die im folgenden Kapitel 5 erläutert wird.

Die Forschungsfragen basieren auf der in der Einleitung formulierten zentralen Frage: „Welche Elemente auf einer Webseite können bei welcher Distanz zum aktuellen Fixationsort peripher wahrgenommen und anhand welcher Eigenschaften in welchem Umfang erkannt werden?“ und gliedern sich in zwei Bereiche. Im ersten Bereich steht die psychophysiologische Komponente der peripheren visuellen Wahrnehmung im Vordergrund, wohingegen der zweite Bereich sich auf die

semantische Interpretation des Wahrgenommenen und somit auch auf die Erfahrung des Betrachters bezieht. Mit dem im Folgenden verwendeten Begriff „Elemente“ werden alle auf einer Webseite typischerweise auftretende Elemente bezeichnet, wie z.B. Navigationsmenüs, Überschriften, Fotos, Grafiken, Formulare, Suchfelder, Werbebanner etc.

Wahrnehmung

- Welche Elemente auf einer Webseite sind ohne Augenbewegungen bei welchen Abständen von der Fovea des Betrachters wahrnehmbar?
- Inwiefern beeinflusst die grafische Gestaltung von einzelnen Elementen ihre periphere Wahrnehmbarkeit?
- Inwiefern hat das Layout der gesamten Webseite Einfluss auf ihre periphere Wahrnehmbarkeit?
- Wo liegen die Grenzen der peripheren Wahrnehmung beim Betrachten einer Webseite in Bezug auf Farbe, Kontrast und Detailsehen? Bis wohin werden Farben korrekt gesehen, ab wo können nur noch Helligkeitsunterschiede wahrgenommen werden?
- Inwieweit kann ein Betrachter die Position der verdeckten Aufmerksamkeit unabhängig von den Augenbewegungen steuern?

Semantik

- Reicht die periphere visuelle Wahrnehmung einer Webseite aus, um ihren groben Aufbau und ihr Thema zu identifizieren?
- Ist es möglich, schon innerhalb der ersten Sekunden der Betrachtung aufgrund peripher wahrgenommener Informationen festzustellen, was das Thema einer Webseite ist?
- Welche Indikatoren sind bei der frühen Themenerkennung ausschlaggebend?
- Aufgrund welcher typischen Eigenschaften (wie z.B. Position, Größe und Aufbau) sind Elemente auf Webseiten allgemein identifizierbar?
- Inwiefern beeinflusst die grafische Gestaltung einzelner Elemente ihre korrekte Identifizierung bezüglich ihres Zwecks, ihrer Herkunft oder etwaiger Interaktionsmöglichkeiten?
- Welche grafischen Eigenschaften gelten als eindeutige Identifikationsmerkmale für ein bestimmtes Element (z.B. Eingabefeld und Button = Suchfunktion)?
- Inwiefern beeinflusst die Interneterfahrung eines Betrachters dessen Erkennungsleistung peripher wahrgenommener Elemente?
- Bis wohin ist Text als solcher erkennbar? Was ist dabei die minimal erkennbare Schriftgröße?
- Bis zu welcher Grenze ist der Zweck eines Texts (Link, Fließtext, Überschrift) erkennbar?
- Ist es bei ausreichender Schriftgröße außerhalb der Fovea noch möglich, zu lesen?
- Wie gut funktioniert die Erkennung von Personen im peripheren Sichtfeld?
- Ist die Erkennung des Geschlechts einer Person peripher möglich?
- Reicht die periphere Wahrnehmung aus, um eine bekannte Person zu identifizieren?
- Gibt es eine feste Grenze der Exzentrizität, ab der auch typische und prototypisch gestaltete Elemente, wie z.B. Navigationsmenüs, aufgrund ungenügender visueller Information nicht mehr erkannt werden können?

5 Methodik

Dieses Kapitel beschreibt den Aufbau und die Durchführung der Studie. Besonderes Augenmerk liegt dabei sowohl auf der eingesetzten Software *E-Prime* der Firma *Psychology Software Tools (PST)*, als auch auf dem für diese Studie entwickelten Befragungsschema. Da diese Arbeit auch in methodischer Hinsicht als Grundlage für nachfolgende Studien dienen soll, wird die Vorgehensweise detailliert erläutert.

5.1 Konzept

Aufgrund der in Kapitel 4 formulierten Fragestellungen und der explorativen sowie praxisnahen Herangehensweise wurde das folgende Grundkonzept entwickelt. Weitere Details sind in den nachfolgenden Abschnitten in diesem Kapitel zu finden.

Die Probanden betrachten eine feste Anzahl nicht manipulierter Webseiten auf einem Eye-Tracking-Monitor. Eine Interaktion mit der Webseite ist nicht vorgesehen, es wird lediglich die Hauptseite des jeweiligen Internetauftritts gezeigt.

Da die Betrachtung der Stimuli nur mit der Peripherie der Augen möglich sein soll, wird ausgeschlossen, dass die Probanden die zu untersuchenden Elemente fixieren, d.h. mit der Fovea betrachten, können. Dazu wird ein zentraler Bereich festgelegt, der während der gesamten Durchführung fixiert und nicht verlassen werden darf. Dieser Fixationsbereich ist in der Mitte der Webseite platziert und stellt sicher, dass diese nur im peripheren Sichtfeld zu sehen ist. Der Fixationsbereich ist undurchsichtig und verhindert so, dass foveale Informationen verarbeitet werden können. Die feste Position des Bereichs gewährleistet zudem, dass die betrachteten Elemente der Webseiten bei allen Probanden identische Positionen auf der Netzhaut einnehmen.⁸ Somit kann jedem Element eine feste Distanz zur Fovea zugewiesen werden. Diese Distanz wird als Exzentrizität bezeichnet.

Um abzusichern, dass die Probanden keine Sakkaden aus diesem Fixationsbereich hinaus unternehmen können, wird mit Hilfe des Eye-Tracking-Systems ein Mechanismus zum Ausblenden des Stimulus realisiert. Dieser legt ein undurchsichtiges Störmuster über die gesamte Monitorfläche, sobald der Blick des Probanden den Fixationsbereich verlässt. Kehrt der Blick des Probanden in den Fixationsbereich zurück, wird der Störstimulus ausgeblendet und die Webseite ist wieder sichtbar.

Durch eine Kinnstütze wird gewährleistet, dass der Betrachtungsabstand und die Position der Augen im Verhältnis zum Monitor bei allen Probanden identisch sind (siehe Abbildung 13, S. 46).

⁸ Würde statt des fest positionierten Bereichs eine bewegliche Maske verwendet, die Augenbewegungen gestattet und nur die foveale Sicht verdeckt, so wäre es den Probanden möglich, durch Sakkaden die zu betrachtenden Elemente zumindest in den parafovealen Bereich der Netzhaut zu bewegen. Dort wäre eine qualitativ bessere Wahrnehmung als bei höheren Exzentrizitäten möglich. Da die Studie das Ziel hat, die Leistungsfähigkeit der Peripherie bei verschiedenen Exzentrizitäten zu analysieren, wird für die Maske bzw. den Fixationsbereich demnach eine feste Position gewählt (weitere Details siehe Abschnitt 5.2.1).



Abbildung 13: Aufbau mit Tobii 1750 Eye-Tracker und Kinnstütze

Vor der Betrachtung erhält der Proband mehrere, permanent gültige Aufgaben. Während der Betrachtung wird er darüber hinaus vom Moderator gezielt zu vorher definierten Elementen befragt. Der Moderator sitzt neben dem Probanden und führt diesen durch die gesamte Studie. Die Befragung folgt einem speziellen Schema, welches absichert, dass die Wahrnehmung des Probanden und seine Interpretation des Wahrgenommenen getrennt untersucht werden können. Weiterhin hat der Proband zu jeder Zeit die Möglichkeit, freie Kommentare zu äußern. Durch die Kombination einer strukturierten, aber dennoch flexiblen Befragungstechnik und der Möglichkeit zu freien Kommentaren ist sichergestellt, dass auch nicht vorhersehbare Effekte und nicht vordefinierte Elemente erfasst werden können. Jede Sitzung wird per Audio-Video-Aufzeichnung aufgenommen und nach der Durchführung analysiert.

5.2 Physiologische Kriterien

5.2.1 Fixationsbereich

5.2.1.1 Position

Wie in Abschnitt 5.1 beschrieben, wurde ein fest positionierter Fixationsbereich benutzt, um den Blick des Probanden zu fixieren. Dieser Bereich wurde in der Mitte der Stimulus-Webseiten platziert – in erster Linie, damit die periphere Wahrnehmung gleichmäßig auf das Gesichtsfeld des Probanden verteilt ist. Darüber hinaus wurden Überlegungen zum Thema „Erstfixation“ in die Festlegung der Position des Fixationsbereiches miteinbezogen. Stenfors, Morén, & Balkenius (2003) fanden in mehreren Studien heraus, dass der Nutzer einer Webseite die Mitte als Ausgangspunkt für die Orientierungsphase, also die ersten Sekunden der Betrachtung, wählt. Die Seitenmitte wählt er vermutlich primär wegen des Vorteils, dass dadurch alle möglichen Ziele für die ersten Sakkaden gleich weit entfernt sind. Goldberg, Stimson, Lewenstein, Scott & Wichansky (2002) stellten hingegen fest, dass eher eine Tendenz zum oberen linken Bereich als Startpunkt besteht. Da die Ergebnisse der beiden Studien voneinander abweichen und somit Grund zur Annahme besteht, dass der Ort der Erstfixation auch von der Beschaffenheit der Stimulus-Webseiten abhängt, spricht auch dieses Resultat für eine neutrale Positionierung des Fixationsbereiches in der Seitenmitte.

5.2.1.2 Form

Ursprünglich sollte die Form des Fixationsbereiches an die der Fovea angepasst werden. Diese weist eine elliptische Form auf und misst ca. 2° in der Horizontalen sowie 1° in der Vertikalen (Mickasch & Haack, 1986). Der Fixationsbereich besteht jedoch aus zwei Ebenen. Die eine, sichtbare Ebene, wird durch eine Fläche mit einer bestimmten Hintergrundfarbe dargestellt. Diese Fläche verdeckt den Ausschnitt der Webseite und ist fest innerhalb der Stimuli definiert. Die andere Ebene wird innerhalb der Software *E-Prime* festgelegt. Dort muss ein sensitiver Bereich definiert werden, in welchem sich der Blick des Probanden befinden muss. Dieser sensitive Bereich kann aufgrund der benutzten Funktion innerhalb *E-Primes* ausschließlich die Form eines Rechtecks annehmen. Da es voraussichtlich zu Verwirrung bei den Probanden geführt hätte, wenn der für sie sichtbare Fixationsbereich und die Grenzen des reaktiven Bereichs, der die Einblendung des Störstimulus auslöst, nicht deckungsgleich wären, wurde für beide Ebenen die gleiche Form und Größe gewählt. Das Seitenverhältnis wurde an das des Monitors angepasst, die Seiten des Fixationsbereichs besitzen entsprechend ein Verhältnis von 4:3 (Breite zu Höhe). Der Fixationsbereich wird in den folgenden Abschnitten und Kapiteln als Fixationsrechteck bezeichnet.

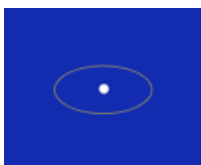


Abbildung 14: Fixationsrechteck mit andeuteter Form und Größe der Fovea (dünne Linie, diese war für die Probanden nicht sichtbar)

5.2.1.3 Größe

Obwohl theoretisch die kleinstmögliche Größe, also die Größe des fovealen Sichtfeldes bei dem festgelegten Betrachtungsabstand (siehe Abschnitt 5.2.2), optimal gewesen wäre, war dies im Rahmen dieser Studie technisch nicht realisierbar. Zwar war das Ziel, den Blick des Probanden so stark wie möglich zu fixieren, doch hätte eine zu kleine Größe des Fixationsrechtecks dazu geführt, dass der Einblendmechanismus immer wieder ausgelöst worden wäre, auch wenn der Proband die Mitte des Rechtecks korrekt fixiert hätte. Dies liegt zum einen in der Genauigkeit des eingesetzten Eye-Trackers von $0,5^\circ$ begründet (siehe auch Abschnitt 5.3.1). Zum anderen spielen auch Mikrobewegungen des Auges eine Rolle. Auch wenn eine Person versucht, ihre Augen nicht zu bewegen und einen Punkt starr fixiert, führt das Auge automatisch und von der Person unbemerkt so genannte Drifts und Mikrosakkaden aus (Fischer, 1999, S. 118). Diese sehr kleinen Bewegungen dienen der „Aufrechterhaltung der Stimulation von Rezeptoren und Neuronen“ (Rötting, 2001, S. 18). Vorausgesetzt, der Eye-Tracker könnte Teile dieser Mikrobewegungen überhaupt registrieren, würden diese bei einer zu kleinen Größe des Fixationsrechtecks zum unbegründeten Einblenden des Störstimulus führen.

Hinzu kommt, dass bei gewöhnlichen Eye-Tracking-Anwendungen mit dem eingesetzten Eye-Tracking-System die registrierten Mikrobewegungen von einem Filter der Software *Tobii Studio* heraus gerechnet werden. Ein solcher Filter ist beim Einsatz der Software *E-Prime* nicht aktiv. Vor der eigentlichen Studie durchgeführte Pilottests haben gezeigt, dass sowohl die Unfähigkeit des menschlichen Auges, absolut bewegungslos zu sein, als auch der fehlende Softwarefilter zu einer hohen Empfindlichkeit des Einblend-Mechanismus führen. Daher wurden verschiedene Größen auf ihre Praxistauglichkeit getestet, um ein Format zu finden, das so klein wie möglich, aber so groß wie nötig ist. Schließlich wurde aufgrund dieser Pilottests eine Größe von 125 px in der Breite und 100 px in der Höhe festgelegt. Dies entspricht einer Größe von $4,09 \times 3,27^\circ$ bzw. $3,29 \times 2,63$ cm.

Damit die Probanden ein Ziel haben, auf welches sie ihren Blick gezielt richten können, wurde die Mitte des Fixationsrechtecks mit einem Punkt versehen. Dieser hat einen Durchmesser von 7 px ($0,23^\circ$ bzw. 0,18 cm). Wie die Pilotstudien ergaben, konnten sich die Probanden besser auf einen Punkt als auf ein Kreuz konzentrieren.

5.2.1.4 Farbe

Während in der ersten Pilotstudie ein Fixationsrechteck mit schwarzem Hintergrund und grauem Kreuz eingesetzt wurde, wurde der Hintergrund in der Hauptstudie blau gestaltet und der Punkt weiß eingefärbt (siehe Abbildung 14, S. 47). Aufgrund der Äußerungen der Probanden in der Pilotstudie, dass die Kombination aus Schwarz und Grau zu inaktiv wirke und deshalb schwierig über einen langen Zeitraum zu fixieren sei, wurde eine Farbe gewählt, die Aktivität ausstrahlt, aber dennoch angenehm zu betrachten ist. Da die Anzahl der S-Typ-Zapfen, die für die Wellenlänge von blauem Licht sensitiv sind, im Vergleich zu den für Rot und Grün zuständigen Zapfen in der Fovea am niedrigsten ist (Wandmacher, 1993, zitiert nach Mangold, 2007), sind blaue Farbflächen allgemein am angenehmsten zu betrachten; daher wurde ein blauer Farbton gewählt. Um einen angenehmen, aber deutlichen Kontrast zu erzeugen, wurde der Punkt weiß eingefärbt.

5.2.2 Betrachtungsabstand und -winkel

Als Betrachtungsabstand wurde der technisch minimal mögliche Abstand gewählt, um einen größtmöglichen Betrachtungswinkel zu erreichen. Da Tests ergaben, dass der eingesetzte Eye-Tracker bei einem Betrachtungsabstand unterhalb von 44 cm die Augen eines Probanden nicht mehr zuverlässig tracken konnte, wurde diese Distanz als Betrachtungsabstand gewählt. Dieser liegt laut Herczeg (1994) nur knapp unterhalb des ergonomisch günstigen Entfernungsbereichs von 45 bis 60 cm.

In Kombination mit der Bildschirmdiagonale von 17 Zoll ergibt der Betrachtungsabstand einen horizontalen Betrachtungswinkel von ca. $41,9^\circ$ und einen vertikalen Betrachtungswinkel von ca. $33,5^\circ$. Die Einhaltung des Betrachtungsabstandes wurde mit Hilfe einer Kinnstütze abgesichert (siehe Abbildung 13, S. 46).

5.2.3 Perimetrie-Test

Um sicherzustellen, dass jeder Proband über eine einwandfrei funktionierende periphere Sicht verfügt, wurde ein Perimetrie-Test am Monitor durchgeführt (siehe Abschnitt 5.3.2.1). Zudem fand eine Befragung bezüglich Sehschwäche, Sehhilfe und etwaiger Augenkrankheiten statt (siehe soziodemographischer Fragebogen im Anhang).

5.2.4 Retinale Nachbilder

Bei retinalen Nachbildern handelt es sich um „Durch Bleichung verursachte Sinneseindrücke zuvor auf der Retina abgebildeter Objekte.“ (Goldstein, 2008, S. 444). Um die Entstehung dieser zu verhindern, wurde der Stimulus bei einer Sakkade aus dem Fixationsrechteck hinaus nicht nur ausgeblendet, sondern es wurde ein unregelmäßiges Störmuster über die Webseite gelegt. Im Falle einer Fixation außerhalb des Fixationsrechtecks hätten die retinalen Nachbilder ansonsten für eine Verlängerung des Zeitraums gesorgt, in dem theoretisch foveal Informationen hätten wahrgenommen werden können. Das Störmuster ist undurchsichtig, deckt den Webseiten-Stimulus vollständig ab und ist in verschiedenen Blautönen eingefärbt. Zudem ist es bewusst nicht als gleichmäßiges Gitter gestaltet, da sonst möglicherweise Flimmereffekte aufgetreten wären, die die Anstrengung für die Probanden zusätzlich erhöht hätten. Das Fixationsrechteck war auch bei eingeblendetem Störmuster sichtbar, um den Probanden zu ermöglichen, ihren Blick wieder korrekt zu positionieren.

5.3 Technischer Aufbau

5.3.1 Hardware

5.3.1.1 Tobii Eye-Tracker 1750

Die Studie wurde im Usability Labor der Hochschule der Medien Stuttgart durchgeführt, welche mit einem Eye-Tracker der Firma *Tobii* ausgestattet ist. Der *Tobii 1750 Eye-Tracker* ist in einen 17 Zoll TFT-Monitor integriert und arbeitet mit der Cornea-Reflex Methode. Dabei wird von so genannten Near Infra-Red Light-Emitting Diodes (NIR-LEDs), die oberhalb und unterhalb des TFT-Panels platziert sind, für das menschliche Auge unsichtbares Licht ausgesandt (Tobii, 2005). Die dadurch in

verschiedenen Ebenen des Auges entstehenden Reflexionen werden von einer Videokamera erfasst, die sich ebenfalls unterhalb des TFT-Panels befindet (siehe Abbildung 13, S. 46). Die in Abbildung 13 erkennbaren rötlichen Lichtpunkte sind nur auf Fotos sichtbar, nicht jedoch für das menschliche Auge. In Tabelle 1 werden die technischen Spezifikationen des Eye-Trackers aufgelistet.

Tabelle 1: Technische Spezifikationen des Tobii 1750 Eye-Trackers (modifiziert nach Tobii, 2005)

Art des Eye-Tracking-Systems	Integriert in einen 17 Zoll TFT-Monitor
Bildschirmauflösung	1280 x 1024 px / 96,4 dpi
Antwortzeit des TFT-Panels	8-16 ms
Helligkeit des TFT-Panels ⁹	250 cd/m ²
Kontrastverhältnis des TFT-Panels ⁹	1:500
Daten Output	Zeitstempel, Position des Blicks relativ zum Stimulus, Position innerhalb des Sichtfeldes der Kamera, Distanz zur Kamera, Pupillengröße, Validitätscode (alle Werte für jedes Auge)
Genauigkeit	0,5°
Räumliche Auflösung	0,25°
Drift	< 1°
Sichtfeld der Kamera	21 x 16 x 20 cm bei 60 cm Abstand
Binokulares Tracking	Ja
Zeit bis zur Wiederaufnahme des Trackings	< 100 ms
Abtastrate	50 Hz
Latenz	35 ms
Maximaler Betrachtungswinkel	+/- 40°

⁹ Diese Informationen wurden im Februar 2009 vom Tobii Support zur Verfügung gestellt. Da das verwendete TFT-Panel bereits seit vier Jahren im Einsatz ist, handelt es sich bei den Helligkeits- und Kontrastangaben lediglich um Näherungswerte.

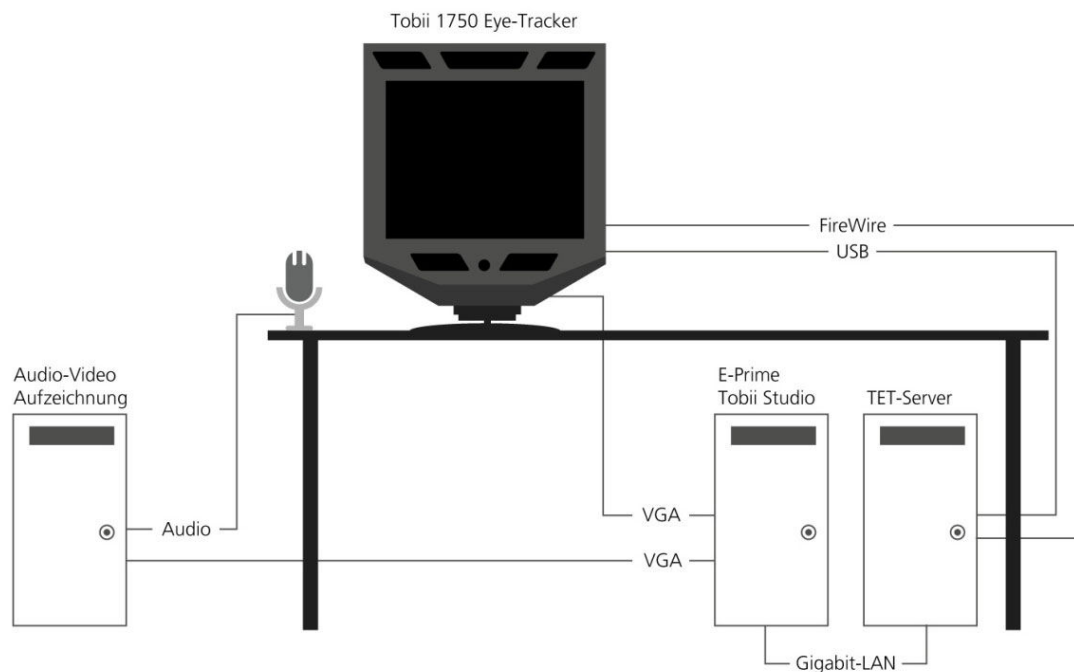


Abbildung 15: Technischer Aufbau

5.3.1.2 Latenz des Gesamtsystems

Bei der Durchführung dieser Studie spielt die Latenz des gesamten technischen Systems, also die Verzögerung von dem Zeitpunkt, an dem der Blick des Probanden das Fixationsrechteck verlässt, bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Störstimulus eingeblendet wird, eine große Rolle. Bei Gaze-Contingent Display-Techniken (GCD-Techniken, weitere Anwendungsbeispiele siehe Kapitel 3 und Duchowski, 2007, S. 285-300) ist häufig eine sehr schnelle Reaktionsgeschwindigkeit des technischen Systems nötig, die vom Probanden nicht als solche wahrgenommen werden kann. Der Bildaufbau muss demnach so schnell erfolgen, dass der Proband den Bildwechsel während einer Blickbewegung nicht wahrnehmen kann. Der Optimalfall für die hier durchgeführte Studie wäre dementsprechend, dass für den Probanden keine zeitliche Verzögerung zwischen dem Verlassen des Fixationsrechtecks und dem Einblenden des Störstimulus wahrnehmbar ist. Zu beachten ist dabei das Phänomen der „saccadic suppression“ (Rayner, 1998). Es besagt, dass für eine gewisse Zeitspanne vor, während und nach einer Sakkade das Wahrnehmungsvermögen stark reduziert ist. Während Rötting (2001) die Dauer der saccadic suppression nach einer Sakkade mit bis zu 120 ms angibt, konnten Loschky & McConkie (2000) feststellen, dass bei Einsatz einer GCD-Technik die Veränderung des Stimulus innerhalb von 5 ms nach Ende der Sakkade ausgelöst werden muss, um nicht wahrnehmbar zu sein.

Die für diese Studie zur Verfügung stehende Technik konnte keine ausreichend schnelle Reaktionszeit realisieren. Da dafür eine Kombination aus verschiedenen Faktoren verantwortlich ist, werden im Folgenden die einzelnen technischen Komponenten und ihre Einzellatenzen erläutert.

Der Eye-Tracker arbeitet mit einer Abtastrate von 50 Hz (Tobii, 2005), dementsprechend erfasst er alle 20 ms die Position des Blickes. Je nachdem, wann nach einer Sakkade die nächste Abtastung erfolgt, verursacht dieser Faktor demnach eine Latenz von 0-20 ms. Beim verwendeten technischen

Aufbau wird die Fixationsdauer innerhalb von *E-Prime* definiert. Da dort keine explizite Fixationsdauer definiert wurde, wird bereits ein 1 ms andauernder Stillstand des Blickes als Fixation gewertet (Information durch den *PST Web Support*, empfangen am 20. Februar 2009). Somit erzeugt dieser Faktor eine Verzögerung von lediglich 1 ms. Die Latenz der Signalverarbeitung innerhalb des Eye-Tracking System verursacht eine Verzögerung von 35 ms (Tobii, 2005).

Wie in Abbildung 15 (S. 51) zu erkennen ist, ist der Eye-Tracker über FireWire und USB mit einem Server verbunden, welcher wiederum über ein Gigabit-Ethernet mit dem Computer verbunden ist, auf dem die Software *E-Prime* ausgeführt und das Monitorbild generiert wird. Diese Netzwerkverbindung erzeugt ebenfalls eine Latenz, die im Rahmen dieser Studie aber nicht messbar war. Sie liegt Erfahrungswerten zufolge im Mikrosekundenbereich. Der Computer, auf dem *E-Prime* ausgeführt wird und der somit auch für die Anzeige der Stimuli verantwortlich ist, ist mit einem Intel Core 2 Duo mit 2 x 2,13 GHz Taktrate und 2 GB DDR2-Arbeitsspeicher ausgestattet. Der *Refresh Clock Test*, der wie *E-Prime* ebenfalls von der Firma *PST* angeboten wird, bestätigte, dass der Computer in der Lage ist, Millisekunden genau mit *E-Prime* zu arbeiten. Demzufolge dürfte die Latenz durch den Computer, bzw. durch *E-Prime*, welches für das Millisekunden genaue Anzeigen von Bildschirmstimuli ausgelegt ist, ebenfalls im Mikrosekundenbereich liegen. Die letzte Latenz entsteht beim Einblenden des Störstimulus auf dem Eye-Tracking Monitor: Das verbaute TFT-Panel besitzt eine Antwortzeit von 8-16 ms.

Werden alle Einzellatenzen addiert, ergibt sich eine minimale Latenz von ca. 44 ms und eine maximale Latenz von 72 ms. Die durchschnittliche Latenz würde somit 58 ms betragen. Anhand der genannten Feststellung von Loschky & McConkie (2000) wird deutlich, dass selbst die minimale Latenz für einen Probanden höchstwahrscheinlich wahrnehmbar ist. In Praxistests mit dem beschriebenen Aufbau konnte bestätigt werden, dass die Einblendung des Störstimulus nach einer Sakkade aus dem Fixationsrechteck hinaus leicht verzögert stattfindet. Der Zeitraum der Verzögerung ist minimal, reicht jedoch dazu aus, um bei hoher Konzentration und einer kurzen Sakkadenlänge auf einer Webseite beispielsweise ein Wort zu erkennen. Die Bedingung, dass jegliche Fixation außerhalb des Fixationsrechtecks durch den Mechanismus verhindert werden soll, kann somit aufgrund der technischen Beschränkungen nicht vollständig erfüllt werden. Wie dieses Problem umgangen wurde, um trotz Latenz valide Testergebnisse zu erhalten, ist in Abschnitt 5.6.2 beschrieben.

5.3.2 Software

Im diesem Abschnitt wird die für die Realisierung der Studie eingesetzte Software vorgestellt und gegebenenfalls getätigte Einstellungen aufgelistet.

5.3.2.1 RareBit Perimetry

Um die einwandfreie Funktion der peripheren visuellen Wahrnehmung der Probanden sicherzustellen, wurde der Perimetrie-Test *RareBit Perimetry* in der Version 4 eingesetzt. Die Software wurde von PhD Lars Frisen entwickelt und bereitgestellt (Frisen, 2008). Es wurden die Optionen *central field* und *outer region* gewählt, um das periphere Sichtfeld bis etwas über 30° Exzentrizität zu testen. Die Probanden hatten die Aufgabe, ein weißes Kreuz zu fixieren, welches unterschiedliche Positionen einnimmt. Nachdem das Kreuz eine Position eingenommen hat, erscheinen für einen kurzen Moment an einem vom Programm bestimmten, wechselnden und nicht vorhersehbaren Ort,

zwei Punkte, ein Punkt oder kein Punkt. Die Punkte sind hellgrau eingefärbt und lediglich einen Pixel groß. Die Probanden sollten nun durch einen entsprechend häufigen Tastendruck angeben, wie viele Punkte sie wahrnehmen konnten. Der Test wurde pro Proband zwei Minuten lang durchgeführt. Die Ergebnisse wurden nach dem Test mit Hilfe einer schematischen Ergebnisdarstellung überprüft.

5.3.2.2 Tobii Studio

Die Software *Tobii Studio* wird bei gewöhnlichen Eye-Tracking-Studien eingesetzt, um die Stimuli vorzubereiten, die Studie durchzuführen, die Daten aufzuzeichnen und auszuwerten. Da sie GCD-Techniken nicht unterstützt, wurde sie im Rahmen dieser Studie lediglich verwendet, um die Kalibrierung des Eye-Trackers auf die einzelnen Probanden durchzuführen. Es wurde die genaueste zur Verfügung stehende Neun-Punkt-Kalibrierung durchgeführt. Die Software wurde in der Version 1.2.38 eingesetzt.

Neben *Tobii Studio* kam auch die Software *Tobii-Eye-Tracking-Server (TET-Server)* zum Einsatz, welche nicht auf dem Hauptrechner, sondern auf einem separaten Server lief (siehe Abbildung 15, S. 51).

5.3.2.3 PST E-Prime

Das Softwarepaket *E-Prime* der Firma *Psychology Software Tools* wurde im Rahmen dieser Studie zur Realisierung der GCD-Technik, also des Einblendens des Störstimulus' bei Sakkaden aus dem Fixationsrechteck hinaus, und zur Präsentation der Stimuli verwendet. Die Software kam in der Version *2.0 Professional* zum Einsatz. Die Anbindung zum Eye-Tracker erfolgte durch die *E-Prime Extensions for Tobii*. Diese Erweiterung ermöglicht *E-Prime* mit dem *TET-Server* über eine Netzwerkverbindung zu kommunizieren.

Während die randomisierte Präsentation der Stimuli weitgehend mit vorgegeben Strukturelementen der Software realisierbar war (siehe Abbildung 16, S. 54), war für die Umsetzung der GCD-Technik das Schreiben mehrerer kurzer Scripts in der proprietären Programmiersprache *E-Basic* erforderlich. Diese ist der Programmiersprache *Visual Basic* ähnlich.

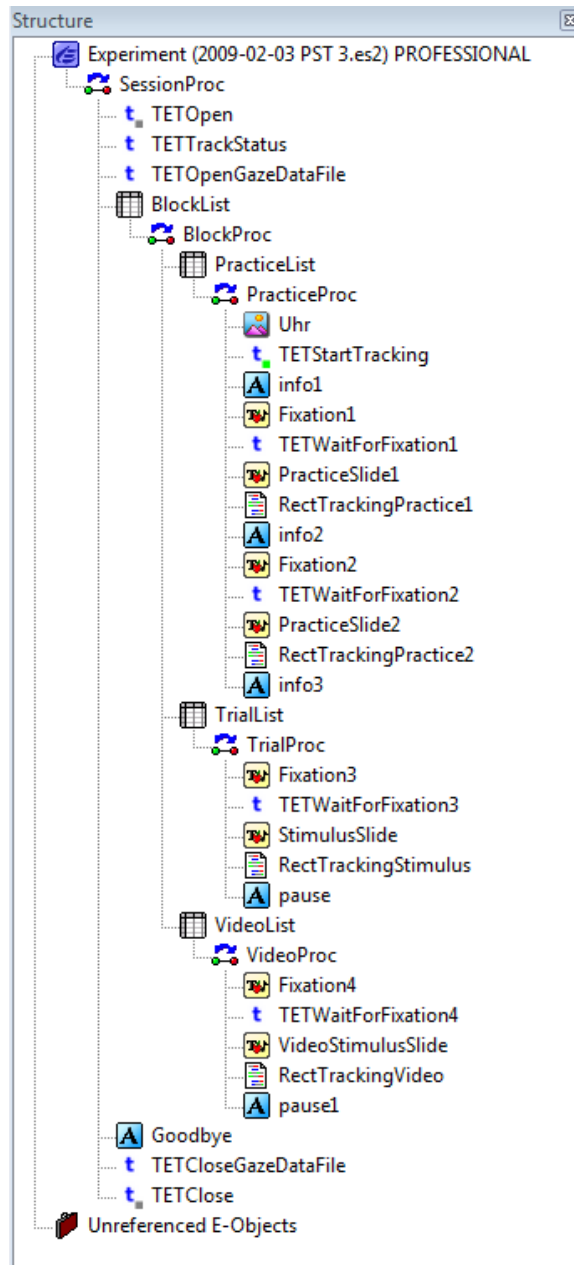


Abbildung 16: Aufbau der *Experiment Structure* in *E-Prime*

Die GCD-Funktion wurde, grob zusammengefasst, mit Hilfe folgender Funktionen umgesetzt: Der erste Schritt ist die Definition eines unsichtbaren Rechtecks, das in Größe und Form exakt dem Fixationsrechteck entspricht, das bereits innerhalb der Stimuli vorhanden ist (siehe Abschnitt 5.4). Danach beginnt ein so genannter Do-Loop, also eine Handlungsanweisung, die so oft wiederholt ausgeführt wird, bis eine bestimmte Bedingung erfüllt ist. Innerhalb des Do-Loops werden zunächst die aktuellen Blickkoordinaten ausgelesen. Daraufhin wird überprüft, ob sich diese Koordinaten innerhalb des zuvor definierten Rechtecks befinden. Befinden sich diese innerhalb des Rechtecks, wird dem Störmuster, das sich faktisch „über“ dem Webseiten-Stimulus befindet, eine Größe von 0% zugewiesen. Befinden sich die Blick-Koordinaten hingegen nicht innerhalb des Rechtecks, wird dem Störmuster eine Größe von 100% zugewiesen, wodurch die Webseite nicht mehr sichtbar ist. Solange der Blick des Probanden im Fixationsrechteck ruht, findet auf dem Bildschirm demnach keine Veränderung statt, auch wenn programmintern der Do-Loop immer wieder durchläuft. Dieser

Do-Loop wird so oft ausgeführt, bis der Moderator ihn durch eine bestimmte Tastenkombination beendet, woraufhin ein Pause-Bild eingeblendet wird.

Die *E-Prime*-Datei, die für diese Studie entwickelt wurde, die *E-Run*-Datei, welche zur Durchführung der Studie genutzt wurde und alle nötigen Stimulus-Dateien sind im Anhang der Arbeit (auf CD) zu finden. Für den Fall, dass die Software *E-Prime* nicht vorliegt, wurden die verwendeten Scripts auch als Textdateien angehängt.

5.4 Stimuli

Die Auswahl der Webseiten-Stimuli erfolgte unter vier Gesichtspunkten: In erster Linie sollten die Webseiten einen Pool von zuvor vom Autor aufgestellten Element-Kategorien möglichst gleichmäßig abdecken. Diese Element-Kategorien sind: Navigationsmenüs horizontal und vertikal, Buttons (Schaltflächen), Logos der Webseitenbetreiber sowie Logos externer Firmen, Werbung in verschiedenen Erscheinungsformen, Produktfotos, verschiedene Textformen wie Überschriften, Fließtexte, Preise etc., Eingabefelder in verschiedenen Kontexten und Suchfunktionen. Diese Element-Kategorien sollten auf den Stimuli-Webseiten in möglichst gleichmäßiger Anzahl vertreten sein, aber an möglichst unterschiedlichen Positionen und Exzentrizitäten, sowie in möglichst unterschiedlicher grafischer Gestaltung.

Die zweite Anforderung an die Stimuli war eine möglichst niedrige Bekanntheit. Dieses Kriterium sollte verhindern, dass Probanden Elemente auf bekannten Webseiten wiedererkennen und dadurch Erwartungen bzw. Erinnerungswerte nicht mehr von der eigentlichen Wahrnehmung zu trennen sind. Der dritte Gesichtspunkt bei der Auswahl der Stimuli war die Balance zwischen typischer und untypischer Gestaltung der Webseiten sowohl in ihrer Gesamtheit als auch der Gestaltung und Positionierung einzelner Elemente. Eine weitere Anforderung lautete, verschiedene Themenbereiche abzudecken. Es sollten ein Onlineshop, ein Blog, eine Institution, eine Newsseite, eine Firmenseite und eine Suchmaschine vertreten sein. Letztgenannte Anforderung hat nicht das Ziel, einen repräsentativen Querschnitt zu bilden, sondern lediglich die Einbindung verschiedener Seitentypen und -layouts zu fördern.

Da der Anstrengungsgrad für die Probanden in dieser Studie relativ hoch ist, wurde die Gesamtdauer einer Durchführung auf 2:15 Stunden begrenzt. Daher sind acht Stimulus-Webseiten im Hauptteil die maximal mögliche Anzahl. Daraus ergibt sich, dass die vier genannten Anforderungen nicht alle vollständig erfüllt werden konnten. Dennoch wurde versucht, einen möglichst ergiebigen Pool aus Stimulus-Webseiten zu bilden.

Für die Durchführung der Studie wurden die Webseiten in Bilder im Bitmap-Format umgewandelt. Eine der Webseiten, die bewegte Elemente aufweist, wurde in ein Windows-Media Video umgewandelt¹⁰. Die sichtbaren Browser- und Betriebssystemelemente wurden bei allen Stimuli belassen, um eine natürliche Darstellung der Webseiten zu erzielen. Alle Webseiten, die ein linksbündiges

¹⁰ Bei Anzeige dieses Videostimulus wurde ein anderes E-Prime Skript eingesetzt, da die Überblendung des Störmusters in diesem Fall softwareseitig nicht möglich war. Dies hatte zur Folge, dass der Videostimulus, sobald der Blick des Probanden das Fixationsrechteck verließ, ausgeblendet und eine weiße Fläche angezeigt wurde. Während der Anzeige der weißen Fläche war das Fixationsrechteck nicht mehr sichtbar, sondern lediglich seine Kontur. Diese flimmerte in einer hohen, aber noch wahrnehmbaren Frequenz, was ebenfalls softwareseitig bedingt ist. Wurde der Blick wieder in diesen Bereich gelenkt, so wurde der Videostimulus wieder eingeblendet und von seiner letzten Position weiter abgespielt. Die hohe Leuchtkraft der weißen Fläche und das Flimmern des Fixationsrechtecks während der Ausblendung des Stimulus führten zu einer schnellen Ermüdung der Augen, weshalb diese Art des Stimulus nur ein Mal eingesetzt wurde.

Layout aufweisen, wurden mit einer Bildbearbeitungssoftware zentriert, sodass sie sich gleichmäßig auf die Peripherie der Augen des Betrachters verteilen. Dieser Schritt war nötig, da viele Webseiten auf eine Bildschirmbreite von 1024 Pixeln ausgelegt und zudem linksbündig sind, wodurch die periphere Wahrnehmung im linken Gesichtsfeld der Probanden wesentlich stärker beansprucht worden wäre als die im rechten. Durch die Umwandlung und Bearbeitung der Webseiten-Stimuli entstanden keine sichtbaren Qualitätsverluste.

Die Stimuli besitzen die Maße (Breite mal Höhe) 1280 x 1024 px, was bei dem verwendeten *Tobii* Monitor ca. 33,7 x 27,0 cm bzw. 41,9 x 33,5° entspricht.

Im Folgenden werden die acht Stimulus-Webseiten vorgestellt. Das Fixationsrechteck ist so dargestellt, wie es für die Probanden während der Studie ebenfalls sichtbar war.

Webseite	abacho.de
Seitentyp	Suchmaschine / E-Mail-Provider / Portal
Präsentationsart	Windows Media Video (Videodatei siehe Anhang)
URL / Automatische Weiterleitung auf	http://abacho.de/



Abbildung 17: Stimulus abacho.de

Webseite	auswaertiges-amt.de
Seitentyp	Internetauftritt eines Ministeriums
Präsentationsart	Bitmap
URL / Automatische Weiterleitung auf	http://www.auswaertiges-amt.de/diplo/de/Startseite.html



Abbildung 18: Stimulus auswaertiges-amt.de

Webseite	berlinonline.de/berliner-zeitung
Seitentyp	Onlineversion einer Zeitung / Newsseite
Präsentationsart	Bitmap
URL / Automatische Weiterleitung auf	http://www.berlinonline.de/berliner-zeitung/

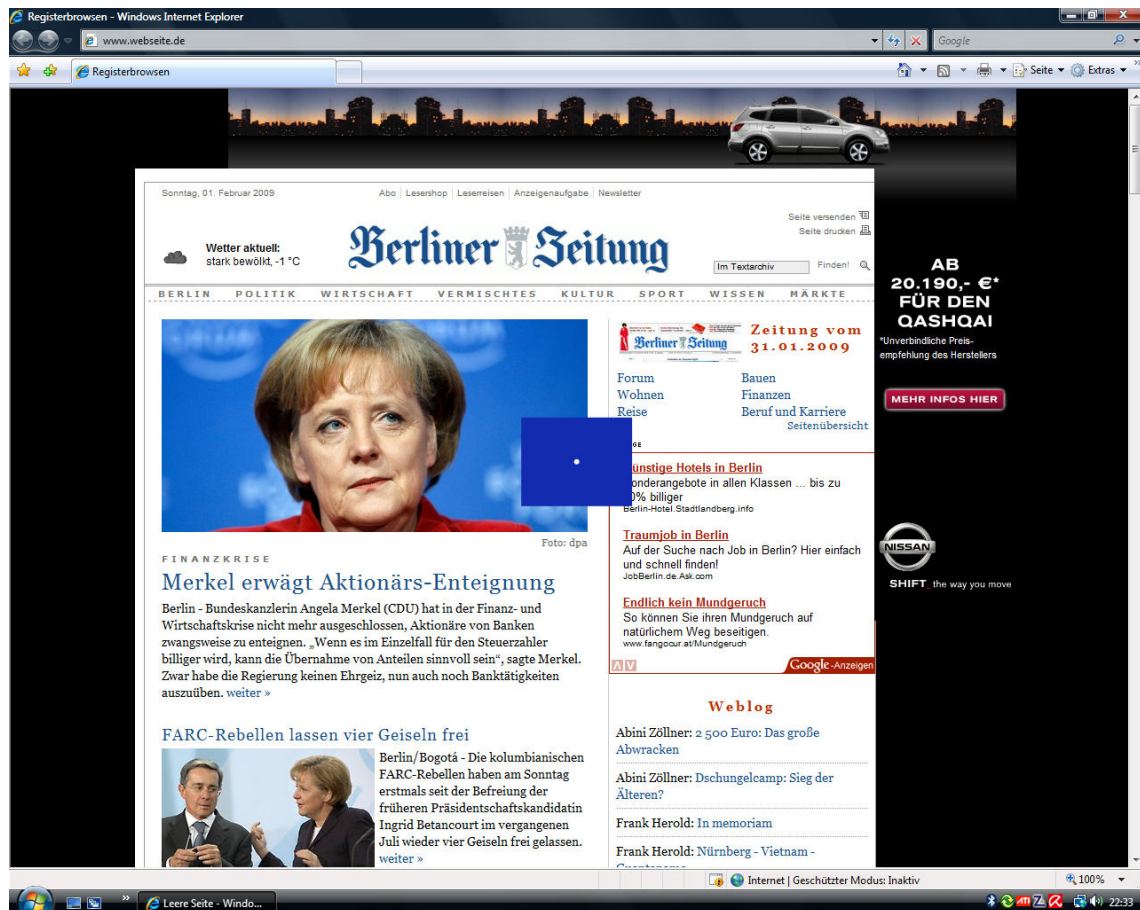


Abbildung 19: Stimulus berlinonline.de/berliner-zeitung

Webseite	compuland.de
Seitentyp	Onlineshop für Computerhardware
Präsentationsart	Bitmap
URL / Automatische Weiterleitung auf	http://www.compuland.de/



Abbildung 20: Stimulus compuland.de

Webseite	hirschille.de/hishop1
Seitentyp	Unterseite eines Onlineshops für Elektronikartikel, die auf HiFi-, TV- und Videogeräte spezialisiert ist
Präsentationsart	Bitmap
URL / Automatische Weiterleitung auf	http://www.hirschille.de/hishop1/



Abbildung 21: Stimulus hirschille.de/hishop1

Webseite	santander.de
Seitentyp	Firmenauftritt einer Bank / Online-Finanzdienstleistungen
Präsentationsart	Bitmap
URL / Automatische Weiterleitung auf	http://santander.de/de/privatkunden/index.html

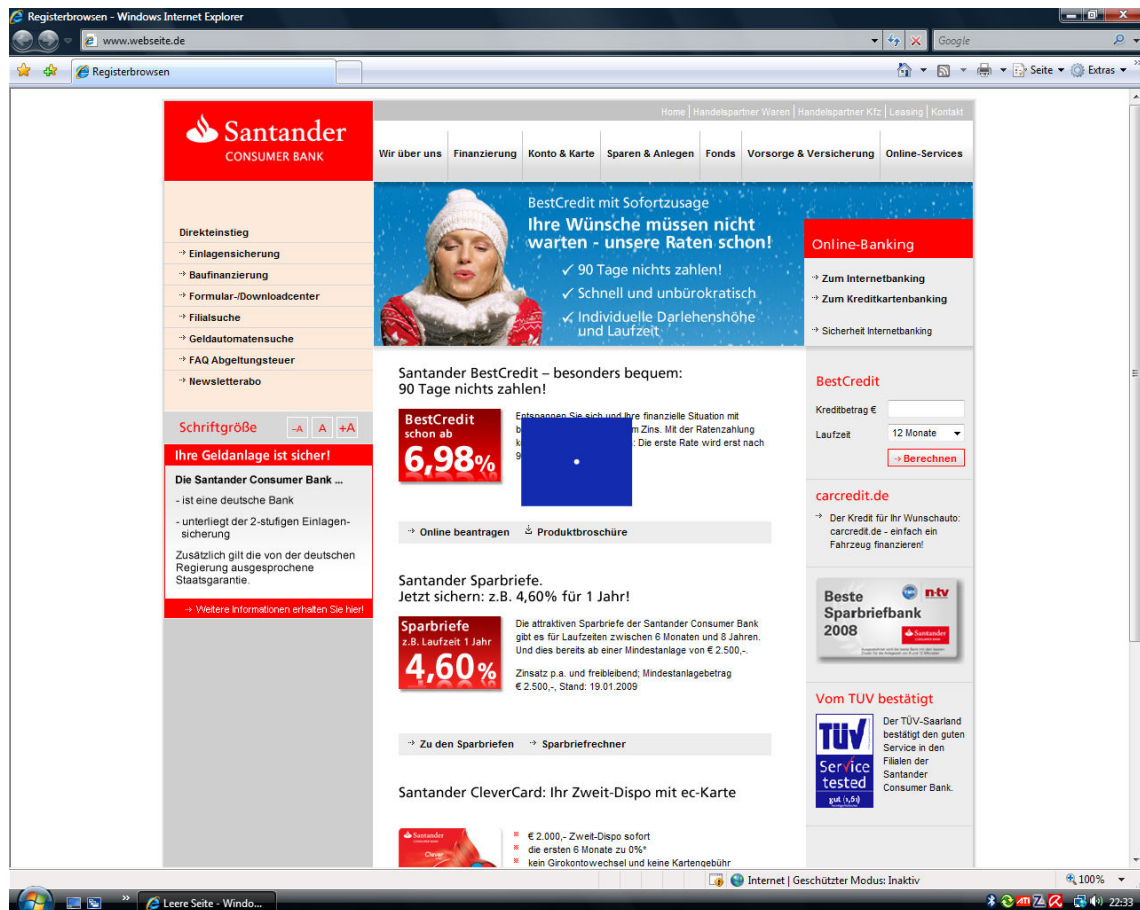


Abbildung 22: Stimulus santander.de

Webseite	videobuster.de
Seitentyp	Online-Film-Verleih / Video-On-Demand Dienstleister
Präsentationsart	Bitmap
URL / Automatische Weiterleitung auf	http://www.videobuster.de/



Abbildung 23: Stimulus videobuster.de

Webseite	x-equals.com/blog
Seitentyp	Blog einer amerikanischen Photographie- und Webconsulting-Agentur
Präsentationsart	Bitmap
URL / Automatische Weiterleitung auf	http://x-equals.com/blog/

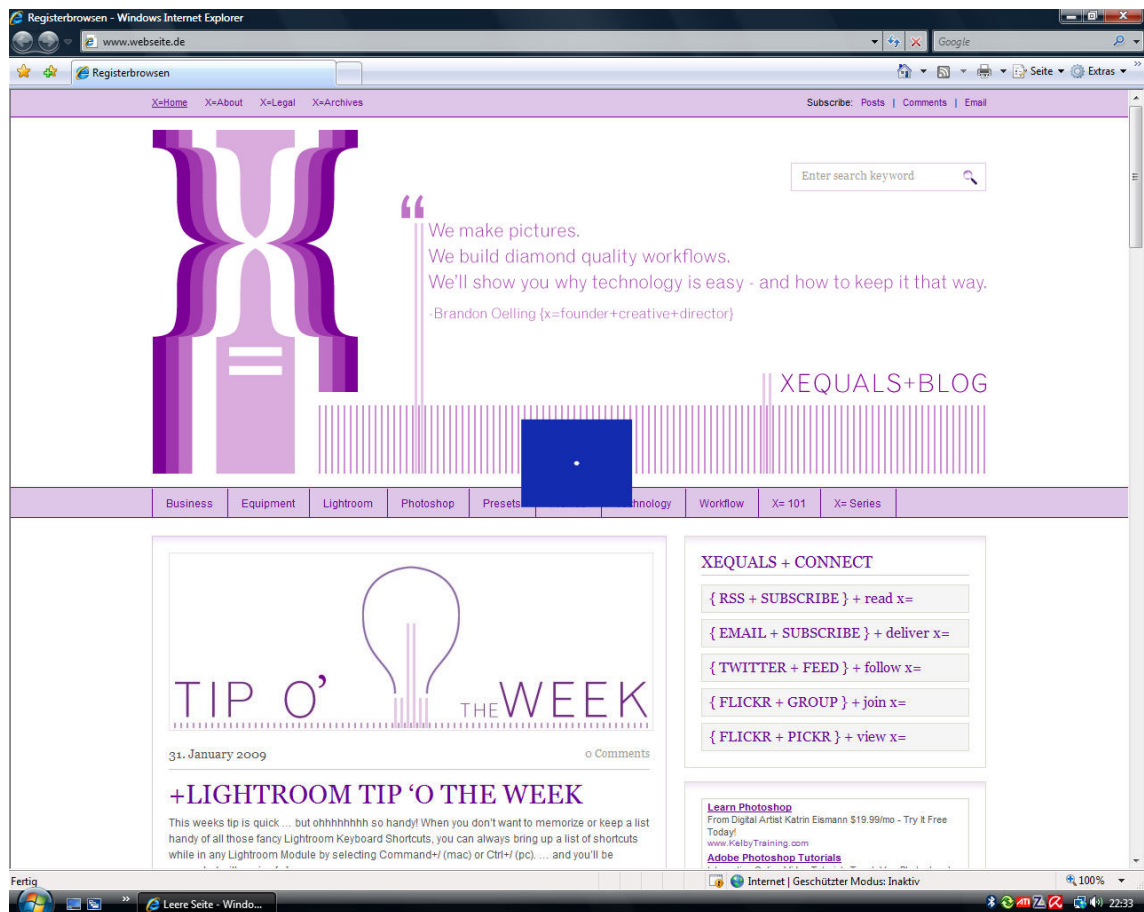


Abbildung 24: Stimulus x-equals.com/blog

5.5 Probanden

An der Studie nahmen zwölf Probanden teil, davon sechs weibliche und sechs männliche Probanden¹¹. Es wurden ausschließlich Probanden mit hoher Interneterfahrung ausgewählt. Diese Selektion verfolgt das Ziel, einen theoretischen Maximalwert bei der Erkennung von Webseiten-Elementen zu erreichen. Elf Probanden studieren oder studierten bis kurz vor Durchführung der Studie an der Hochschule der Medien Stuttgart und beschäftigen bzw. beschäftigten sich im Rahmen ihres Studiums unter anderem mit der Gestaltung und Konzeption von Webseiten.

Bei der Bestimmung der Altersgrenze der Probanden wurden folgende Fakten berücksichtigt: Der Bereich des Gesichtsfeldes, der zur Aufnahme von komplexen Informationen genutzt werden kann, verengt sich kontinuierlich vom 20. bis zum 75. Lebensjahr um ca. 68% (Ball, Beard, Roenker, Miller & Griggs, 1988, zitiert nach Corso, 1992; Mann & Sharpley, 1947, zitiert nach Bouwhuis, 1992). Zudem ist die Empfindlichkeit für Kontraste bei 60-jährigen 1,5 bis 4 Mal niedriger als bei 20-jährigen (Owsley & Sloane, 1988, zitiert nach Corso, 1992). Daher wurde die obere Altersgrenze auf 30 Jahre festgelegt. Folgende Tabelle gibt Aufschluss über die Eigenschaften der Probandengruppe (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Zusammensetzung der Probandengruppe

Anzahl	12
Alter	19-28 Jahre, Durchschnitt 22,5 Jahre
Geschlecht	6 männlich, 6 weiblich
Ausbildung	4 abgeschlossenes Studium Informationsdesign, 5 Studenten Informationsdesign Bachelor, 2 Studenten Elektronische Medien Master, 1 Auszubildende Markt- und Sozialforschung
Interneterfahrung	alle mehr als 6 Jahre
Internetnutzung pro Woche	alle mehr als 5 Tage
Internetnutzung pro Tag	durchschnittlich 5 Stunden, Minimum: 1-2, Maximum: mehr als 6
Praktische Webdesign-Erfahrung	11 Probanden
Sehschwäche	alle Probanden normale oder korrigierte Sicht
Sehhilfen	4 Brillenträger, 2 Kontaktlinsenträger
Augenkrankheiten oder Wahrnehmungsstörungen	keine

¹¹ In dieser Arbeit wird aus Gründen der Vereinfachung grundsätzlich von „Proband“ bzw. „Probanden“ gesprochen. Diese Bezeichnung schließt auch die weibliche Form „Probandin“ mit ein.

5.6 Durchführung

In diesem Abschnitt wird der Ablauf der Studie beschrieben. Hierbei liegt der Fokus auf der Befragungstechnik, die speziell für die qualitative Ausrichtung der Studie und den Pool von Forschungsfragen entwickelt wurde. Der detaillierte Ablauf sowie die Informationstexte für die Probanden sind in Form des Moderationsleitfadens im Anhang zu finden.

5.6.1 Vorbereitung

Die Probanden wurden per E-Mail aus den Studiengängen *Informationsdesign* und *Elektronische Medien Master* rekrutiert. Sie wurden vorab über die grobe Ausrichtung der Studie informiert; vor Ort hatten sie nach der Begrüßung und Vorstellung des Usability-Labors zudem die Gelegenheit, in einem Probandenleitfaden einen Informationstext zu lesen, der sie auf die Studie vorbereitete. Dabei wurden sowohl die primäre Fragestellung der Studie als auch die Notwendigkeit des Fixationsrechtecks im Detail erläutert, um eine hohe Motivation und Konzentration bei den Probanden zu fördern. Zudem wurden die Probanden durch einen Informationstext und Erläuterungen des Moderators auf ihre Aufgaben vorbereitet (siehe Moderationsleitfaden im Anhang, Abschnitt „Einführung“).

Da die Möglichkeit bestand, dass das bewusste Erleben der reduzierten visuellen Wahrnehmung in der Peripherie bzw. die Information über diesen Sachverhalt für die Probanden eine unangenehme Erfahrung sein könnte, wurden zum Schluss der Vorbereitungsphase die theoretischen Ausführungen von Anstis (1998; siehe auch Abschnitt 2.2) kurz vorgestellt, um die biologische Bedeutung hinter diesen Fakten und die Natürlichkeit der reduzierten peripheren Wahrnehmung zu verdeutlichen.

Vor Beginn des Perimetrie-Tests wurde der Test-Raum gegen Einfall von Tageslicht abgedunkelt und mit gedimmtem Kunstlicht beleuchtet.

5.6.2 Basisaufgaben

Während der Betrachtung der Webseiten-Stimuli hatten die Probanden sowohl permanent gültige Anweisungen, welche zu Beginn der Durchführung erläutert wurden, als auch die Aufgabe, entsprechend der Befragungstechnik des Moderators ihre Wahrnehmungen und Interpretationen zu äußern. Die permanent gültigen Anweisungen werden in diesem Abschnitt erläutert, die Befragungstechnik im folgenden Abschnitt 5.6.3.

Die Probanden wurden sowohl über den Ausblendmechanismus informiert, als auch über die Tatsache, dass dieser unter Umständen nicht schnell genug reagieren könnte (siehe auch Moderationsleitfaden im Anhang). Daher wurden sie generell angewiesen, mittels Selbstbeherrschung und Konzentration reflexartige Blickbewegungen aus dem Fixationsrechteck hinaus möglichst zu vermeiden. Für den Fall, dass sie einen Reflex verspüren sollten, wurden die Probanden vorab gebeten, schnellstmöglich die Augen zu schließen. Die Probanden wurden aufgefordert, im Falle einer Blickbewegung aus dem Fixationsrechteck hinaus, diese umgehend zu melden und zu erläutern, ob sie etwas wahrnehmen konnten. Diese Anweisung ermöglichte es, bei der Auswertung anhand der Audio-Video-Aufzeichnung eventuell invalide Datensätze auszuschließen.

Den Probanden wurde weiterhin empfohlen, die Augen jederzeit zu schließen, wenn sie der Entspannung bedürften. Darüber hinaus wurde festgelegt, dass die Probanden die Augen schließen sollten, wenn der Moderator eine Frage stellte. Diese Anweisung basierte auf Erfahrungen aus den Pilottests, in denen Fragen des Moderators nach der Wahrnehmung an einer bestimmten Position zu reflexartigen Blickbewegungen zu dieser Position geführt hatten. Durch die Anweisung, während der Frage die Augen zu schließen, konnte dieser Reflex erfolgreich vermieden werden.

Eine weitere permanent gültige Aufgabe für die Probanden war, sobald sie eine Vermutung bezüglich des Themas der Webseite entwickelt hatten, diese zu äußern und zu begründen. Dabei war es jederzeit möglich, diese Vermutung zu verfeinern oder zu ändern. Falls die Probanden von sich aus keine Vermutung äußerten, wurde durch den Moderator nachgefragt.

5.6.3 Befragungstechnik

In dieser Studie wurde nicht die klassische Methode des Lauten Denkens eingesetzt, die ihren Ursprung in der kognitiven Psychologie hat (Ericsson & Simon, 1993). Stattdessen wurde eine eigene Befragungstechnik entwickelt. Das Laute Denken wurde nicht eingesetzt, da die Art der Beschreibung eines Elements voraussichtlich von Proband zu Proband sehr unterschiedlich und somit die Quantifizierung der Daten kaum möglich gewesen wäre. Weiterhin dient das Laute Denken, das vor allem in formativen Usability-Tests eingesetzt wird (Dumas & Redish, 1999), dem Aufzeigen von Denkprozessen (Ericsson & Simon, 1993). In dieser Studie soll jedoch in einem ersten Schritt die reine Wahrnehmungsleistung untersucht und dabei die Interpretation des Probanden gezielt ausgeklammert werden. Daher wurde ein Befragungsschema entworfen, das sowohl die Aufmerksamkeitssteuerung in den ersten Sekunden der Betrachtung als auch die reine Wahrnehmungsleistung im peripheren Sichtfeld sowie die Interpretationsleistung des Probanden berücksichtigt.

Die beiden letzten Aspekte, also die Trennung von reiner Wahrnehmung und der darauf folgenden Interpretation, basieren teilweise auf der Merkmalsintegrationstheorie von Treisman. Diese besagt, grob zusammengefasst, dass „[...] zuerst, in der präattentiven Phase der perzeptuellen Verarbeitung, die Merkmale eines Objektes (Farbe, Orientierung, Position, etc.) getrennt werden [...]“ (Treisman, 1988; Treisman, 1999, zitiert nach Goldstein, 2008, S. 145). Durch die darauf folgende Lenkung von Aufmerksamkeit auf das Objekt beginnt die „Stufe der aufmerksamskeitsgerichteten Verarbeitung“ (Treisman, a. a. O.) und erst durch diesen Schritt werden die einzelnen Objektmerkmale zu einer „kohärenten Wahrnehmung des Objektes“ (Treisman, a. a. O.) verbunden. Treisman begründet diese Theorie auch mit physiologischen Mechanismen und weist darauf hin, „dass ein Objekt sowohl Aktivität im *Was*- als auch im *Wo*-Strom des Kortex hervorruft“ (Treisman, a. a. O.). Anhand der Theorie Treismans wird deutlich, dass die Wahrnehmung eines Objektes, im hier vorliegenden Fall eines Webseiten-Elements, schrittweise stattfindet. Die Wahrnehmung an einer Position besteht demnach zunächst nur aus basalen Merkmalen wie Farben und Formen. Daraufhin werden die wahrgenommenen Merkmale einem oder mehreren Objekten zugeordnet und erst danach erfolgt eine Interpretation, um was für ein Objekt bzw. um was für Objekte es sich handeln könnte.

Diesen Aspekt greift das Befragungsschema auf, indem es zunächst nur die basale Wahrnehmung an einer Position auf einer Webseite abfragt. Im Folgenden wird die Befragungstechnik detailliert erläutert.

Zunächst gab der Moderator vor jedem neuen Anlauf des Befragungsschemas die Anweisung an den Probanden, seine Augen zu schließen. Dies geschah, wie bereits erläutert, um reflexartige Sakkaden zu verhindern, die von der Handlungsanweisung des Moderators ausgelöst werden könnten. Das Befragungsschema besteht aus vier Stufen (siehe Abbildung 25, S. 68).

- (1) In der ersten Stufe wurde der Proband aufgefordert, seine Wahrnehmung an einer bestimmten Position zu beschreiben. Dazu fragte der Moderator beispielsweise „Was können Sie links oben in der Ecke der Webseite wahrnehmen?“ oder „Können Sie unterhalb des Elements, das wir gerade besprochen haben, noch etwas wahrnehmen? Wenn ja, was?“. Die Positionsbeschreibung des Moderators war dabei flexibel und wurde möglichst einfach und gut verständlich gehalten. Für Probanden mit Rechts-Links-Schwäche wurde vor der Durchführung ein Uhren-Modell vorgestellt, das bei Bedarf eingesetzt werden konnte. Bei Nutzung des Uhren-Modells hätte die gerade vorgestellte erste Frage beispielsweise gelautet: „Was können Sie auf circa elf Uhr wahrnehmen?“ Die Probanden hatten bei unverständlichen Positionsangaben jederzeit die Möglichkeit, nachzufragen. Antwortete der Proband bereits mit einer konkreten Vermutung, wurde er vom Moderator gebeten, zunächst seine reine Wahrnehmung zu beschreiben.
- (2) Nachdem der Proband seine Wahrnehmung geschildert hatte, wurde vom Moderator erfragt, welchen Zweck das Wahrgenommene haben könnte. Die Frage „Welchen Zweck könnte das haben?“ wurde dabei bewusst so unspezifisch formuliert, da es sich bei der Wahrnehmung des Probanden sowohl um ein einzelnes als auch um mehrere Elemente handeln konnte. Auf diese Frage konnte der Proband bereits mit einer konkreten Vermutung wie z.B. „Navigationsmenü“ oder „Suchfunktion“ antworten. Entsprechende Beispiele wurden den Probanden bei der Vorbereitung vorgestellt.
- (3) Die dritte Frage „Woran machen Sie das fest?“ forderte den Probanden auf, die Anhaltspunkte zu nennen, die ihn zur eben geäußerten Vermutung über den Zweck geführt hatten. Diese Frage beabsichtigte somit, die peripher wahrnehmbaren Identifikationsmerkmale von typischen Webseiten-Elementen herauszufinden. Darüber hinaus sollte bei Antworten auf diese Frage die Rolle der Internet-Erfahrung beim peripheren Identifizieren von Webseiten-Elementen deutlich werden.
- (4) Die vierte Stufe des Befragungsschemas wurde optional und flexibel angelegt, um weitere Wahrnehmungs- oder Erkennungsleistungen des besprochenen Elements im Detail abzufragen. Wenn beispielsweise die vorherigen Fragen ergeben hatten, dass es sich um ein Foto handelt, das zu einem Artikel auf einer Newsseite gehört, bestand hier die Möglichkeit, weitere Details wie die Anzahl der abgebildeten Personen oder deren Geschlecht abzufragen. Im Fall von komplexen und ineinander verschachtelten Elementen konnte aufgrund dieser vierten Frage das Befragungsschema für einen Elementbestandteil, z.B. den Button einer Suche, wieder von vorne beginnen.

Befragungsschema

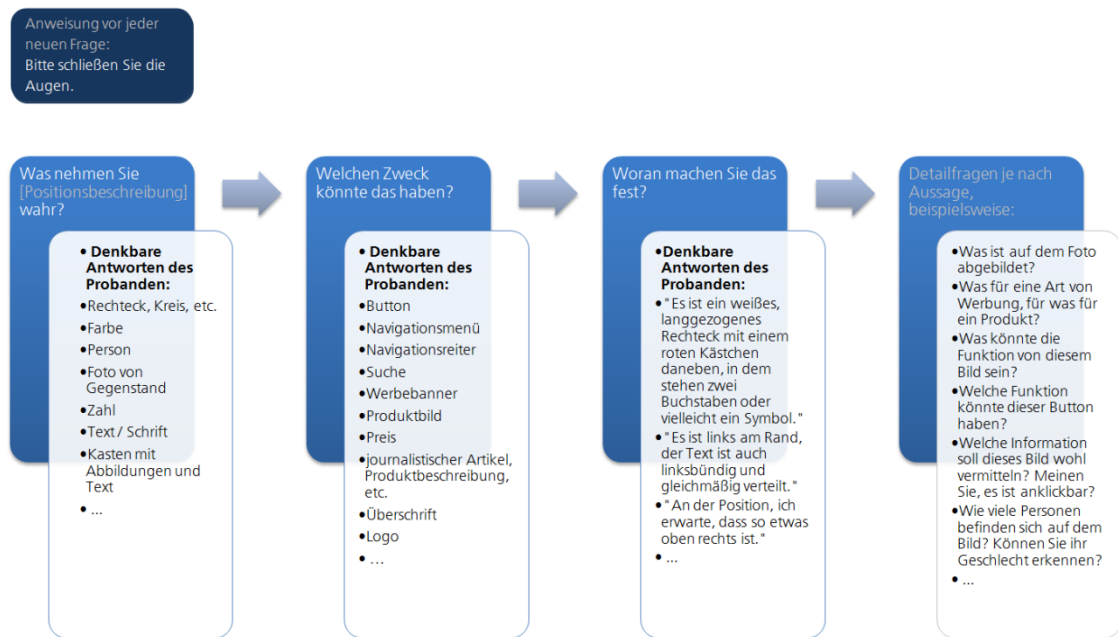


Abbildung 25: Vierstufiges Befragungsschema

Folgendes, fiktives Dialogbeispiel soll den typischen Ablauf des Befragungsschemas verdeutlichen: Moderator: „Bitte schließen Sie die Augen.“ Der Proband schließt die Augen. Moderator: „Was können Sie in der rechten oberen Ecke der Webseite wahrnehmen?“ Proband öffnet die Augen, fixiert den Fixationspunkt und antwortet nach individueller Betrachtungsdauer: „Ich kann einen langgezogenen, weißen Kasten erkennen. Eventuell befindet sich darin etwas, das kann ich aber nicht mit Sicherheit sagen. Rechts neben dem Kasten ist ein rotes Quadrat mit irgendetwas Weißem darin.“ Moderator: „Welchen Zweck könnte das haben?“ Proband: „Ich denke, es handelt sich um eine Suchfunktion.“ Moderator: „Woran machen Sie das fest?“ Proband: „Das langgezogene Rechteck sieht für mich wie ein Eingabefeld aus und das rote Quadrat daneben könnte ein Button sein, in dem 'OK' oder 'GO' oder ähnliches stehen könnte. Da ein einzelnes Eingabefeld meistens eine Suche ist und es oben rechts ist, würde ich aus Erfahrung sagen, dass es eine Suchfunktion ist.“

Zusätzlich zum Befragungsschema wurden für den Beginn und das Ende jeder Webseitenbetrachtung feste Abläufe entwickelt. Die Eingangsfrage setzt bei Erscheinen des Webseiten-Stimulus an: Die Probanden bekamen bereits vor Betrachtung des ersten Übungsstimulus die Aufgabe, bei Erscheinen einer Webseite jeweils sofort ihre ersten Wahrnehmungen und deren Positionen zu beschreiben. Diese Anweisung bezweckt, die Eigenschaften eines Elementes zu ermitteln, welche zu einer hohen Aufmerksamkeitswirkung in der Peripherie führen (beispielsweise Größe, Position, Farbe). Wurde diese Aufgabe von einem Probanden vergessen, wurde einige Sekunden nach Erscheinen der Webseite vom Moderator nachgefragt. Nachdem der Proband seine ersten Wahrnehmungen und Eindrücke geschildert hatte, wurde auf diese das Befragungsschema angewendet. Wurden die vom Probanden genannten Positionen und Elemente abgehandelt, begann der Moderator, die zuvor für jeden Stimulus definierten Elemente abzufragen.

Wenn alle Elemente abgearbeitet waren und der Proband eine Vermutung zum Thema der Webseite genannt hatte, stellte der Moderator die abschließende Frage, ob dem Probanden noch

irgendetwas besonders aufgefallen sei, was nicht besprochen wurde. Diese Frage bezweckt, dass kein Element von der Auswertung ausgeschlossen wird, welches nicht zu den vordefinierten Elementen gehört, aber für den Probanden möglicherweise besonders gut oder schlecht peripher wahrnehmbar ist.

Zusätzlich zu allen beschriebenen Befragungsabläufen hatte der Proband jederzeit die Möglichkeit, freie Kommentare zu äußern, z.B. über Elemente, die ihm erst zu einem bestimmten Zeitpunkt aufgefallen sind.

5.6.4 Überprüfung des Bekanntheitsgrades

Nach Durchlaufen der acht Stimulus-Webseiten wurden die Probanden gebeten, einen Fragebogen zur Überprüfung des Bekanntheitsgrades der betrachteten Webseiten auszufüllen. Dazu wurde ihnen die jeweilige Webseite in normaler Sicht auf dem Monitor gezeigt und das dazu passende Fragebogenblatt ausgehändigt. Pro Webseite wurde abgefragt, ob die Webseite bereits vor der Studie bekannt war, wie gut der Betreiber der Webseite bekannt war, wie oft die Seite besucht wird und wann die Webseite das letzte Mal besucht wurde. Zur Beantwortung der zweiten Frage wurde eine fünfstufige Einschätzungsskala mit äquidistanten Ausprägungskategorien¹² nach Rohrmann (1978, zitiert nach Bortz, 1984) verwendet. Der Fragebogen ist im Anhang zu finden.

5.6.5 Überblick über den Ablauf einer Session

Die folgende Darstellung gibt einen Überblick über den gesamten Ablauf einer Session.

1. Begrüßung des Probanden
2. Bitte um Unterzeichnung der Einverständniserklärung
3. Aushändigung des Probandenleitfadens mit Bitte um Lesen der Einführung
4. Hinweis auf biologische Hintergründe der reduzierten peripheren Wahrnehmungsqualität
5. Anpassen der Kinnstütze und der Monitorposition auf den Probanden
6. Durchführung des Perimetrie-Tests
7. Aushändigen des soziodemographischen Fragebogens¹³
8. Kalibrierung des Eye-Trackers auf den Probanden mittels *Tobii Studio*
9. Erläuterung des Uhren-Modells als Alternative zur Positionsbeschreibung
10. Erläuterung der permanent gültigen Aufgaben und des zyklischen Augenschließens
11. Starten der GCD-Anwendung (Ausführung der *E-Run*-Datei)
12. Betrachtung des ersten Übungsstimulus inkl. aller Aufgaben
13. Ggf. Betrachtung des zweiten Übungsstimulus, nur falls Antwortverhalten bei erstem Übungsstimulus noch nicht optimal
14. Pause (mindestens 2 Minuten)
15. Starten der Audio-Video-Aufzeichnung

¹² Äquidistant heißt in diesem Zusammenhang, dass die semantische Distanz beispielsweise zwischen den Kategorien „gar nicht“ und „kaum“ als genauso groß empfunden wird, wie zwischen „kaum“ und „mittelmäßig“.

¹³ Der soziodemographische Fragebogen wurde zwischen dem Perimetrie-Test und dem Rest der Durchführung ausgefüllt, um eine natürliche Pause nach dem konzentrationsintensiven Perimetrie-Test zu schaffen. Der Fragebogen ist innerhalb des Moderationsleitfadens im Anhang zu finden.

16. Betrachtung der acht Hauptstimuli und Abarbeitung der Eingangs- und Abschlusssaufgaben sowie der vordefinierten Elemente unter Verwendung des Befragungsschemas (nach jedem Stimulus Pause mit mindestens 2 Minuten Dauer)
17. Überprüfung des Bekanntheitsgrades der gezeigten Webseiten
18. Überreichung des Incentives und Verabschiedung

Die Dauer einer Durchführung von Begrüßung bis Verabschiedung des Probanden betrug durchschnittlich 2:15 Stunden. Die Betrachtungsdauer pro Webseitenstimulus lag bei minimal 5:44 Minuten, maximal bei 14:45 Minuten und durchschnittlich bei 9:46 Minuten.

5.7 Auswertung

Zur Auswertung der Studie wurde zunächst für jeden Webseiten-Stimulus eine Tabelle angelegt, die die abgefragten Elemente der Webseite enthält (siehe Abbildung 26). Pro Element wurden die jeweils relevanten Kriterien aufgelistet, wie z.B. „Buchstaben identifiziert“, „wahrgenommene Farben“ oder „Einschätzung Zweck“, um als Grundlage für ein Kodierungsschema zu dienen. Mit Hilfe der Audio- und Video-Aufzeichnungen wurden pro Proband und Webseite die Wahrnehmungen und Kommentare in die Tabellen übertragen. Dabei wurde das Kodierungsschema sukzessive um die von den Probanden selbstständig geäußerten Kriterien und Beobachtungen erweitert. Um diese neu entstandenen Kriterien auch auf bereits gesichtete Aufzeichnungen bzw. bereits ausgewertete Sessions anwenden zu können, mussten die Aufzeichnungen mehrfach gezielt gesichtet werden. Sobald die Sichtung vollständig abgeschlossen war, wurden die Ergebnisse des Bekanntheitsfragebogens hinzugezogen, um invalide Daten auszuschließen, die durch zu hohe Bekanntheit oder kürzlich stattgefundenene Webseiten-Besuche entstanden sind.

6	Nr.	ADI	Art	1	2	3	4
7	1	Werbung oben	Werbung H				
8		Auto erkannt		VMT, weiß, Form	VMT, silber, Reifen	JA	NEIN
9		Fahrtrichtung erkannt		JA	JA	JA	NEIN
10		Skyline erkannt		NEIN	NEIN	JA	NEIN
11		als Werbung erkannt		JA, in Assoziation mit rechts	JA, wegen der Position	JA, sofort	JA, durch Aufbau mit rechtem
12		VMT			arabische Schrift oder was gezeichnetes		
13	5	Werbung rechts	Werbung V				
14		als Werbung erkannt		JA	JA	JA	JA
15		Zugehörigkeit zum oberen erkannt		JA	JA	JA, Erfahrung	JA, Erfahrung
16		Farbe des Buttons		geht ins Rötliche	NEIN, heller	violett	rot oder orange
17		als Button erkannt		JA	JA	JA, Erfahrung	JA
18		Wahrnehmung					Felge oder Lenkrad
19		Schrift in Logo		JA	JA	NEIN	JA
20		als Autologo identifiziert		JA	JA, Nissan oder Opel	JA	JA
21		als Nissan Logo erkannt		JA	JA	NEIN, Opel oder sowas	NEIN
22							
23	2	Zeitung Schriftzug	Logo				
24		als Zeitung erkannt		JA, VMT	JA	JA, sofort	JA

Abbildung 26: Beispielhafte Darstellung der Auswertung pro Webseite in einer Tabelle

Nach der Übertragung aller qualitativen Daten wurde dort, wo die vorhandenen Daten dafür ausreichten, pro Webseite und pro Element eine Quantifizierung vorgenommen. Je nachdem, welche Kriterien für ein Element relevant waren, wurde erfasst, wie viele Probanden z.B. die Farben oder

einen Buchstaben erkennen oder den Zweck des Elements feststellen konnten. Dies dient nicht dazu, die qualitativen Daten auf eine quantitative Aussage zu reduzieren, sondern sie durch quantitative Häufigkeitsangaben zu veranschaulichen und ihre Relevanz für die Praxis einschätzbar darzulegen.

In einem weiteren Schritt wurden die Daten über alle gezielt abgefragten Elemente und über alle Elemente, die aufgrund ihrer Relevanz hinzugekommen sind, in eine neue Tabelle übertragen. Dort wurde jedes Element mit den jeweils relevanten Angaben über Inhalt, Position, Größe bestimmter Bestandteile, Exzentrizität, korrekte Eigenschaften sowie den von den Probanden wahrgenommenen und interpretierten Eigenschaften versehen. Zusätzlich wurde jedes Element mit den zutreffenden psychophysiologischen und semantischen Kriterien versehen, wodurch für die weitere Auswertung eine Filterung pro Kriterium möglich war.

Um die Angabe von Exzentrizitäten zu ermöglichen, wurden Messschemata (siehe Abbildung 27, S. 75) eingesetzt, die anhand der Monitorgröße und des Betrachtungsabstandes berechnet wurden. Diese Schemata wurden bereits bei der Auswahl der Stimuli eingesetzt.

6 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der im Rahmen dieser Bachelorarbeit durchgeführten Studie präsentiert. Da das eingesetzte Befragungsschema darauf ausgerichtet ist, die reinen Wahrnehmungsleistungen der Probanden und die semantische Interpretation des Wahrgenommenen voneinander zu trennen, wird diese Unterteilung auch bei der Präsentation der Ergebnisse vorgenommen. Dementsprechend gliedert sich dieses Kapitel zunächst in die Abschnitte „Psychophysiologische Grenzen“, „Objekterkennung“ und „Semantische Identifikationsmerkmale von typischen Webseiten-Elementen“.

Der Abschnitt „Psychophysiologische Grenzen“ legt dar, inwiefern das periphere Sehen von Farben und Kontrasten, sowie das räumliche Auflösungsvermögen¹⁴ in der Peripherie die Wahrnehmung der Probanden beeinflusst hat. Dabei wird die semantische Komponente, also der Zweck der einzelnen Webseiten-Elemente, außen vor gelassen. Unter dem Punkt „Objekterkennung“ werden die Wahrnehmung von Text, das Erkennen von Buchstaben und die Gesichtserkennung in der Peripherie zusammengefasst. Diese Ergebnisse werden getrennt behandelt, da sie sich nicht auf Webseiten und andere interaktive Oberflächen beschränken, sondern z.B. auch auf Printmedien anwendbar sind. Der dritte Abschnitt „Semantische Identifikationsmerkmale von typischen Webseiten-Elementen“ macht deutlich, anhand welcher Identifikationsmerkmale es den Probanden möglich war, verschiedene Webseiten-Elemente, wie z.B. ein Navigationsmenü oder eine Suche, peripher zu erkennen.

Der anschließende Abschnitt „Visuelle Attraktivität und der erste Eindruck“ zeigt auf, welche Elemente und Elementeigenschaften für eine hohe Aufmerksamkeitswirkung in der Peripherie gesorgt haben. Der letzte Punkt „Themenerkennung“ legt dar, inwiefern es den Probanden möglich war, die Themen der Webseiten festzustellen, und anhand welcher Kriterien die Erkennung erfolgte.

Die reinen Ergebnisse der Studie und die Interpretationen des Autors werden gemeinsam im vorliegenden Kapitel präsentiert. Die Zusammenhänge zwischen den vielfältigen Ergebnissen dieser qualitativen Studie wären für den Leser deutlich schwerer nachzuvollziehen, wenn er die Ergebnisse und Interpretation voneinander losgelöst betrachten müsste. Die gleichzeitige Betrachtung der Ergebnisse und der möglichen Schlussfolgerungen gestattet hingegen, die verschiedenen Mechanismen der peripheren Wahrnehmung sowie die Funktionsweisen der semantischen Interpretation in Beziehung zueinander zu analysieren. Um zu verdeutlichen, bei welchen Textabschnitten es sich um Wahrnehmungsleistungen oder Aussagen der Probanden und bei welchen es sich lediglich um Interpretationen des Autors handelt, sind die Abschnitte jeweils als „Beobachtung“ oder „Interpretation“ gekennzeichnet.

Um die Interpretation der präsentierten Ergebnisse zu erleichtern und die Übertragung in die Praxis zu ermöglichen, wurden im folgenden Informationskasten einige Interpretationshilfen zusammengestellt.

¹⁴ Definition siehe Abschnitt 6.1.3

Tabelle 3: Interpretationshilfe für die Ergebnisse der Studie

Häufigkeitsangaben	<p>Bei Wahrnehmungs- oder Erkennungsleistungen der Probanden wird jeweils angegeben, wie viele Probanden insgesamt die gleiche Leistung erbrachten. In den meisten Fällen lautet die Angabe „X von 12 Probanden“, da insgesamt zwölf Probanden an der Studie teilnahmen. Die Zahlen der Häufigkeitsangaben werden als Ziffern geschrieben, um die Lesbarkeit zu erhöhen. Ist letztere Zahl kleiner als zwölf, kann dies zwei Gründe haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Anzahl ist relativ zu einer bereits gemachten Angabe zu sehen. Beispiel: „10 von 12 Probanden erkannten in dem Banner eine Person. 6 der 10 Probanden konnten diese als Frau identifizieren.“ • Der Blick eines oder mehrerer Probanden hat zu einem bestimmten Zeitpunkt das Fixationsrechteck verlassen und das Element fixiert, um das es im betreffenden Textabschnitt geht. Daher wurden diese Probanden für das jeweilige Element von der Auswertung ausgeschlossen, wodurch die zweite Zahl in der Angabe unter zwölf sinkt. Dabei ist zu beachten, dass der Zeitpunkt des Verlassens des Fixationsrechtecks festgehalten wurde.¹⁵ Daher kann bei der Besprechung eines Elements bei einem bestimmten Kriterium die Probandenanzahl gleich zwölf sein und bei einem anderen Kriterium unter zwölf, je nachdem, ob die entsprechende Aussage des Probanden vor oder nach der Sakkade aus dem Fixationsrechteck stattgefunden hat.
Exzentrizität	<ul style="list-style-type: none"> • Die Exzentrizität wird in Grad (°) angegeben, sie bezeichnet die Distanz eines Elements zur Mitte der Fovea. • Falls die Exzentrizität eines Elements für die Interpretation relevant ist, ist diese im Text angegeben, wird in der zugehörigen Abbildung dargestellt oder ist in der Abbildungsbeschriftung nachzulesen. • Durch die Größe des Fixationsrechtecks und dem daraus entstehenden begrenzten Bewegungsspielraum für den Blick des Probanden ist bei den Gradangaben (z.B. „... wurde bei einer Exzentrizität von 18° erkannt.“) eine Abweichung von bis zu 1,6° theoretisch möglich. • Handelt es sich um ein eher kleines Element, das sich nicht über mehrere Grad erstreckt, wird die Exzentrizität als eine einzelne Zahl angegeben (z.B. „18°“). Falls das beschriebene Element größer ist und sich über mehrere Grad erstreckt wird die minimale, die maximale und die rechnerisch ermittelte mittlere Exzentrizität angegeben (z.B. „9-17°, Ø Ex. 13°“). Wird später auf dieses Element wiederholt Bezug genommen, wird nur noch die mittlere Exzentrizität genannt.

¹⁵ Dieser Zeitpunkt wurde, wie in Abschnitt 5.6.2 erläutert, nicht messtechnisch erfasst, sondern durch die Meldung des Probanden, direkt nachdem eine Sakkade aus dem Fixationsrechteck hinaus stattgefunden hat, markiert.

Maße	<p>Alle Längenmaße werden in Grad (°), Pixeln (px) und Zentimetern (cm) angegeben, jeweils auf eine Nachkommastelle gerundet. Während die Gradangaben dem Vergleich mit bisherigen und zukünftigen Forschungsergebnissen dienen, sollen die Angaben in px und cm die Übertragung der Ergebnisse in die Praxis der Gestaltung erleichtern. Es sollte beachtet werden, dass Anzeigegeräte wie Monitore unterschiedliche dpi-Zahlen aufweisen können. Die vorliegenden Pixel-Angaben beziehen sich auf einen dpi-Wert von 96,4.</p> <p>Um die eigene Berechnung und Umrechnung von Distanzen zu ermöglichen, folgen die Umrechnungsschemata. Alle Werte sind auf vier Nachkommastellen gerundet.</p> <p>$1^\circ \approx 30,5489 \text{ px} \approx 0,8043 \text{ cm}$</p> <p>$1 \text{ px} \approx 0,0327^\circ \approx 0,0263 \text{ cm}$</p> <p>$1 \text{ cm} \approx 1,2433^\circ \approx 37,9822 \text{ px}$</p>
Schrifthöhe	<p>Falls relevant, wird die Größe einer Schrift anhand der Zeichenhöhe angegeben. Dabei wurde die Höhe der Versalien bzw. der Buchstaben mit einer Oberlänge (beispielsweise „l“ oder „k“) gemessen.</p>
Größe von Personenfotos	<p>Falls relevant, wird nicht die Größe des Fotos selbst, sondern der ungefähre Durchmesser des Kopfes der abgebildeten Person bzw. Personen angegeben, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten.</p>
Abbildungen	<ul style="list-style-type: none"> • Auf den folgenden Abbildungen ist das Fixationsrechteck abgebildet, um sicherzustellen, dass keine Elemente sichtbar sind, die für die Probanden nicht sichtbar waren. • Das transparente Oval innerhalb des Fixationsrechtecks verdeutlicht die Größe und Form der Fovea. Es war für die Probanden nicht sichtbar. • Die Abbildungen sind mit konzentrischen Gradkreisen und zugehöriger Beschriftung versehen, wie diese korrekt zu interpretieren sind, ist in Abbildung 27 (S. 75) ersichtlich. • Falls sich aus dem Kontext des Textes nicht eindeutig erschließt, welches Element gemeint ist, ist dieses durch einen grünen Pfeil markiert.
URL der Stimulus-Webseiten	<p>Damit der Leser sich auf Wunsch alle im folgenden Kapitel genannten Elemente auch im Kontext der gesamten Webseite anschauen kann, sind alle Beispiele und Abbildungen mit der URL der betreffenden Webseite versehen. Über diese kann eine Zuordnung zu den in Abschnitt 5.4 vorgestellten Webseiten erfolgen.</p>

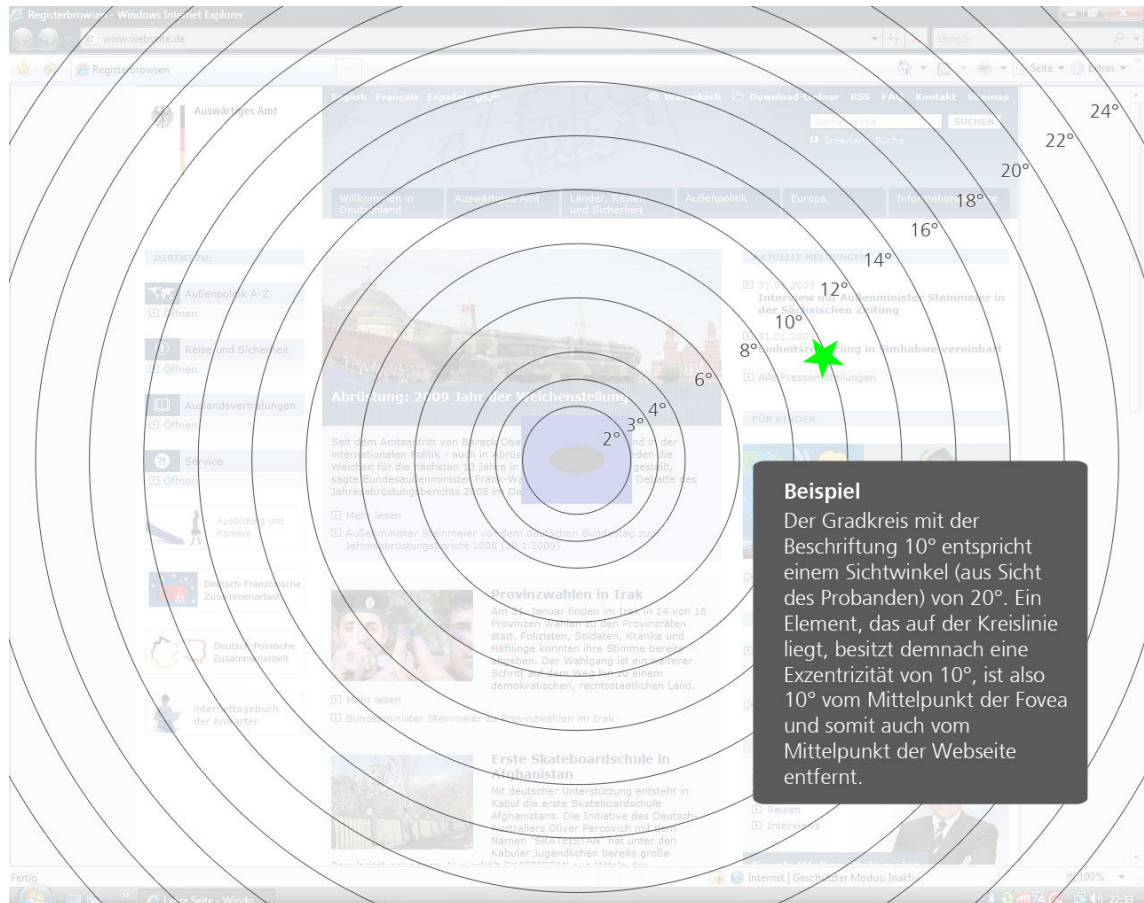


Abbildung 27: Interpretationshilfe zu den Gradkreisen und Exzentrizitäts-Angaben

6.1 Psychophysiologische Grenzen

Während viele der in Kapitel 3 präsentierten Studien spezielle Einzelleistungen der peripheren visuellen Wahrnehmung im Detail untersucht haben, soll dieser Abschnitt vielmehr einen Überblick über die Wahrnehmungsleistung des peripheren visuellen Systems beim Betrachten von grafischen Benutzeroberflächen bieten. Da die semantische Interpretation des Wahrgenommenen in diesem Abschnitt noch keine Rolle spielt, gelten die Erkenntnisse nicht ausschließlich für Webseiten, sondern können größtenteils auch auf andere grafische Benutzeroberflächen mit vergleichbarer Displaygröße, -Auflösung und ähnlichem Betrachtungsabstand übertragen werden. Bei der Analyse der Ergebnisse wird zudem die Frage gestellt, welche Faktoren die periphere visuelle Wahrnehmung positiv oder negativ beeinflussen.

Die folgenden Ergebnisse basieren auf den Antworten der Probanden auf die im Befragungsschema festgeschriebene Frage „Was nehmen Sie [Positionsbeschreibung] wahr?“ sowie auf der freien Kommentierung der Probanden.

Um den Überblick zu erleichtern, untergliedern sich die Ergebnisse in die Kategorien Farbe, Kontrast und Räumliches Auflösungsvermögen. Im Anschluss beschäftigt sich ein Abschnitt mit psychophysiologischen Effekten. Darin werden besonders auffällige Wahrnehmungsleistungen und Kommentare der Probanden vorgestellt und interpretiert.

Auch wenn gewisse Wahrnehmungsleistungen physiologisch möglicherweise die gleiche Ursache haben (vgl. Abschnitt 2.2), werden sie in diesem Kapitel ggf. getrennt aufgeführt, da die Erkenntnisse möglichst praxisnah dargestellt werden sollen. Dabei sollte beachtet werden, dass die Wahrnehmung der Probanden an einer bestimmten Position häufig mehrere psychophysiologische Ursachen hat, da ein Webseiten-Element selten nur eine einzelne Eigenschaft besitzt, sondern in den meisten Fällen sowohl verschiedene Farben und Kontraste beinhaltet, als auch Distanzen zu benachbarten Elementen aufweist. Dementsprechend ist eine eindeutige Differenzierung zwischen den einzelnen Kategorien nicht immer möglich und es wird jeweils auf den möglichen Einfluss einer anderen Kategorie verwiesen.

6.1.1 Farbe

Die Erkennung von Farbtönen funktionierte im Rahmen dieser Studie bis ca. 9° Exzentrizität präzise. Während die am weitesten von der Fovea entfernte korrekte Farbwahrnehmung bei ca. 18° lag, wurden bereits jenseits von 9° Exzentrizität Schwächen deutlich.

Übergreifende Interpretation: Eine hohe Farbsättigung, eine großflächige Darstellung der Farbe und ein hoher Kontrast zur direkten Umgebungsfarbe (siehe auch Abschnitt 6.1.2) machen eine Erkennung der Farbe in der Peripherie wahrscheinlicher.

Da die Erkennung sehr stark von diesen Faktoren abhängt, können keine allgemeingültigen Aussagen zur maximalen Entfernung von der Fovea gemacht werden, bei der Farben allgemein identifizierbar sind. Daher werden im Folgenden zunächst einige Beispiele erfolgreicher und nicht erfolgreicher Erkennung präsentiert. Anschließend wird speziell die Wahrnehmung von Mischttönen untersucht.

Farbwahrnehmungen bei hohen Exzentrizitäten

Beobachtung 1: Auf *videobuster.de* konnten alle Probanden die Fläche im rechten oberen Kopfbereich in Form eines Sterns als gelb identifizieren (siehe Abbildung 28).

Interpretation 1: Mit einer hohen Farbsättigung, einer relativ großen, einfarbigen Fläche und einer Umgebungsfarbe, die einen starken Kontrast erzeugt, bietet die Fläche alle Kriterien, die eine korrekte periphere Farbwahrnehmung fördern.

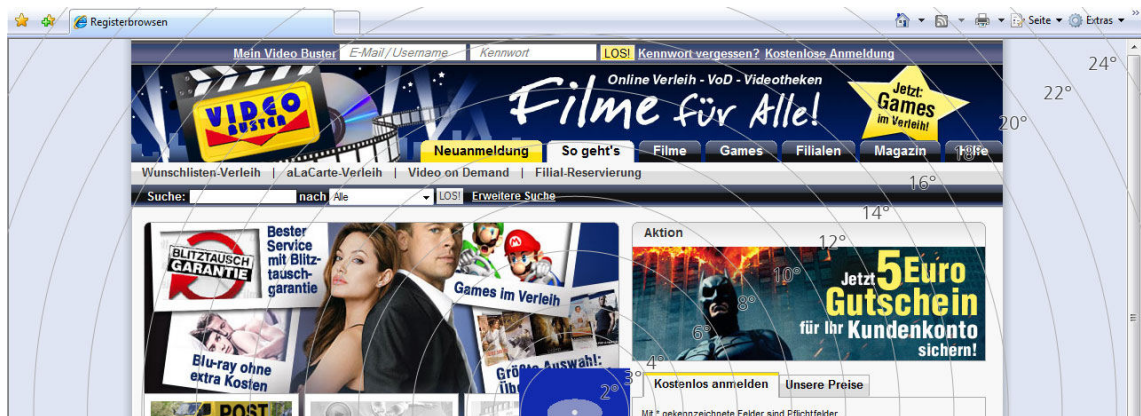


Abbildung 28: Gelber Stern, videobuster.de, 15-19°, Ø Ex. 17°, B x H: 4,6 x 2,8° / 140 x 85 px / 3,7 x 2,2 cm

Beobachtung 2: Den roten Bestandteil des „Anmelden“-Buttons auf *hirschille.de/hishop1* konnten hingegen 11 von 12 Probanden nicht wahrnehmen (siehe Abbildung 29). Sie konnten die Farbe des gesamten Buttons lediglich als „dunkel“ oder „Schwarz“ beschreiben.

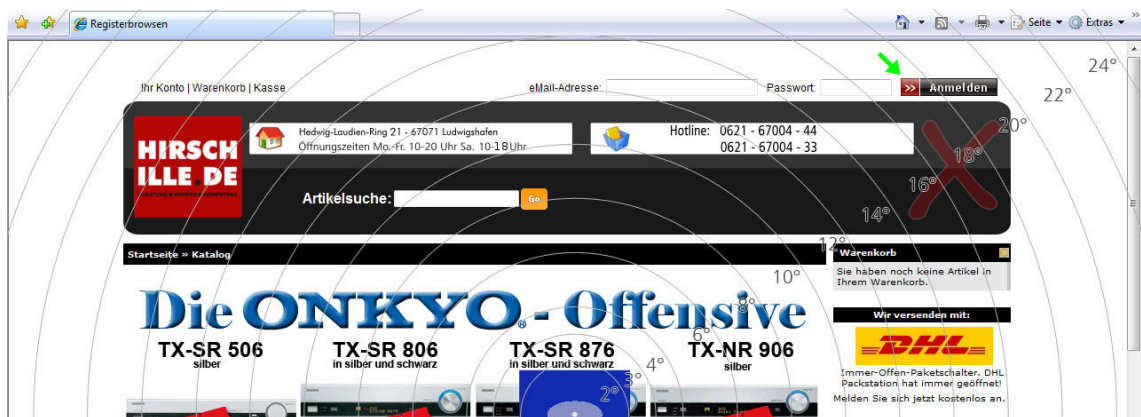


Abbildung 29: roter Button-Bestandteil, hirschille.de/hishop1, 17°, B x H: 0,7 x 0,7° / 21 x 20 px / 0,6 x 0,5 cm

Interpretation 2: Vermutlich ist die Farbfläche in diesem Fall zu klein, um peripher noch wahrnehmbar zu sein. Ein weiterer Faktor könnte das gleichfarbige X-Symbol sein, welches sich unterhalb des Buttons befindet. Da es die gleiche Farbe aufweist, aber deutlich größer ist als der rote Bestandteil des Buttons, könnte die rote Farbe des Buttons aufgrund der räumlichen Auflösung in der Peripherie fälschlicherweise dem X zugerechnet werden. Weitere Beispiele für diesen möglichen Effekt werden in Abschnitt 6.1.3 aufgeführt.

Beobachtung 3: Bei einem Werbebanner auf *abacho.de* gaben 11 von 12 Probanden an, die Farbe Magenta erkannt zu haben (siehe Abbildung 30). Da es sich um ein bewegtes Banner handelt, nehmen die Bestandteile in Magenta wechselnde Positionen und Größen ein, die kleinste mittlere Exzentrizität hatte dabei ein Schriftzug bei 13°. Schaut man sich die einzelnen Frames der Animation an, fällt auf, dass für einige Millisekunden die Farbe Magenta auch sehr großflächig zu sehen ist (siehe schwarzer Kasten in Abbildung 30). Wird die Animation in normaler Geschwindigkeit abgespielt, ist dies nicht bewusst wahrnehmbar.



Abbildung 30: T-Mobile Werbebanner mit Magenta-Farbtönen, *abacho.de*, Farbtöne: 17-20°, Ø Ex. 18,5°, B x H des Logos: 3,7 x 0,9° / 114 x 28 px / 3,0 x 0,7 cm. Das schwarze Rechteck zeigt einen Einzelframe des animierten Banners, dort beträgt die Größe der Magenta-Fläche: 11,5 x 3,9° / 350 x 120 px / 9,2 x 3,2 cm

Interpretation 3: Die Erkennung des Farbtons Magenta könnte in diesem Fall auch das Resultat einer semantischen Interpretation in Bezug auf den Inhalt des Werbebanners sein, da ebenfalls alle Probanden das Produktbild eines Handys erkennen konnten und Ihnen der Mobilfunkanbieter *T-Mobile* bekannt ist. Die genauere Ausführung dieser Vermutung ist in Abschnitt 6.1.5.1 zu finden. Weiterhin wäre es theoretisch möglich, dass die Farbe durch die Bewegung der farbigen Bestandteile sowie durch die kurzzeitig sehr große Darstellung besser wahrnehmbar ist. Aufgrund der Abspielgeschwindigkeit ist allerdings fraglich, ob die im schwarzen Kasten sichtbare große Magenta-Farbfläche darauf Einfluss nehmen kann.

Differenzierung von aneinander angrenzenden Farbflächen

Das Navigationsmenü auf *abacho.de* stellt einen Sonderfall dar, da es elf verschiedene Farbtöne auf einer Fläche von 305 x 113 px (B x H: 10 x 3,7° / 8,0 x 3,0 cm) vereint (siehe Abbildung 31).

Beobachtung: Während alle Probanden die zweite Fläche von oben korrekt als Rot wahrnehmen konnten, waren nur noch 7 von 12 Probanden in der Lage, die Farben darunter als Grün und Blau zu bestimmen. Die Farbtöne zwischen den genannten drei und der untersten, orangenen, Fläche, konnte kein Proband korrekt identifizieren. Einige Probanden erklärten, dass es unterhalb der blauen Fläche sehr schwer werde, Farben zu benennen. Daher wurden einige Farben dieses Bereichs noch vereinzelt erkannt, doch kein Proband konnte mehr als zwei Farbtöne aus diesem Bereich korrekt identifizieren. Zudem fiel den Probanden insbesondere die Benennung der Farbtöne in ihrer korrekten räumlichen Anordnung schwer (siehe Abschnitt 6.1.3). Die Farbe der untersten Fläche konnten wieder 7 von 11 Probanden als Orange erkennen.



Abbildung 31: Vielfarbige Navigationsleiste, abacho.de, 12-16°, Ø Ex. 14°; Größe einer Farbfläche (B x H): 3,7 x 0,8° / 112 x 25 px / 3,0 x 0,7 cm

Interpretation: Für die problematische Erkennung der Farbtöne im mittleren Bereich der Navigationsleiste kommen mehrere Gründe infrage: Bei den oberen Farbtönen handelt es sich um stark gesättigte Grundfarben, während die Farben darunter eher Mischfarben darstellen und zudem teilweise weniger stark gesättigt sind. Ein weiterer, vermutlich einflussreicherer, Faktor ist das räum-

liche Auflösungsvermögen der Peripherie (für eine genauere Betrachtung des Elements unter diesem Gesichtspunkt siehe Abschnitt 6.1.3).

Periphere Wahrnehmung von Mischfarben

Beobachtung 1: Misch- oder Pastellfarben¹⁶ wurden auch bei relativ niedrigen Exzentrizitäten nicht erkannt. Mischfarben, die sich aus verschiedenen Grundfarben zusammensetzen, wie z.B. Violett oder Türkis, wurden nicht korrekt identifiziert (Buttons auf abacho.de, siehe Abbildung 32 und Logos auf compuland.de, siehe Abbildung 33, S. 81). Dabei äußerten die Probanden meistens keine Unsicherheit, sondern beurteilten den Farbton anhand der Grundfarbe, die den stärksten Anteil an der Mischfarbe hat. Violett wurde demnach als Rot wahrgenommen, ein dunkles Türkis als Blau, ein helles Türkis als Grün.

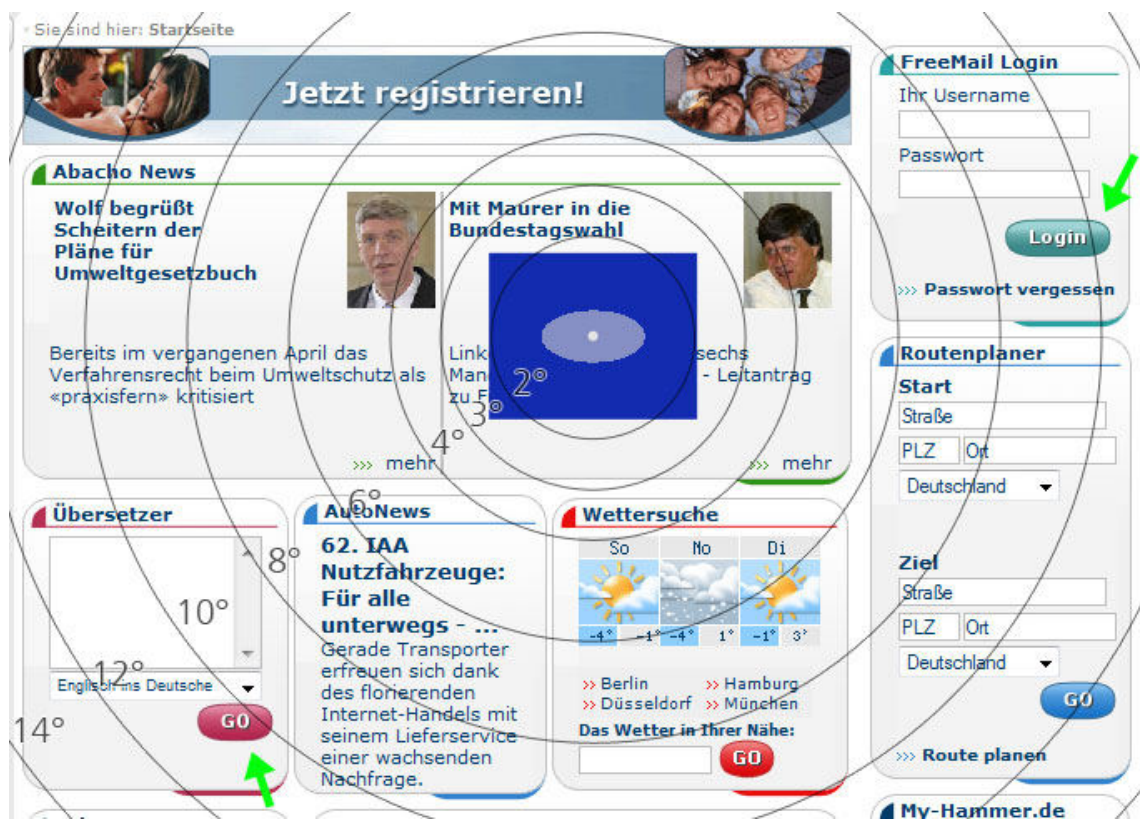


Abbildung 32: Buttons, abacho.de, links: 10,5°, B x H: 1,5 x 0,8° / 46 x 24 px / 1,2 x 0,6 cm, rechts: 9,5°, B x H: 2,1 x 0,8° / 63 x 24 px / 1,7 x 0,6 cm

¹⁶ Die Nicht-Wahrnehmung von Pastelltönen scheint in erster Linie durch den geringen Kontrast zur Umgebungsfarbe verursacht zu werden und wird daher in Abschnitt 6.1.2 genauer betrachtet.

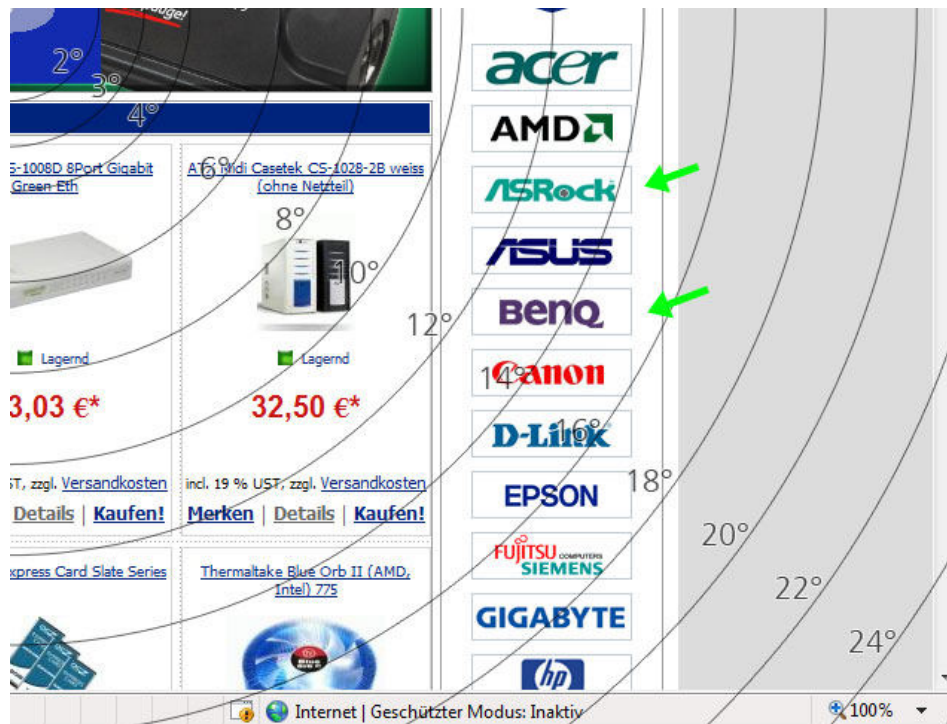


Abbildung 33: Logos, compuland.de, oben: 13°, B x H: 2,9 x 0,5°/ 88 x 16 px / 2,3 x 0,4 cm, unten: 14°, B x H: 2,3 x 0,6°/ 70 x 17 px / 1,8 x 0,4 cm

Beobachtung 2: Eine Ausnahme bildet dabei die Seite *x-equals.com/blog*, die vollständig in Violett-Tönen gestaltet ist. Diese Tatsache erkannten alle Probanden auf Anhieb. Zudem wurde erkannt, dass sich das stilisierte „X“, welches sich von 9-20° in der linken oberen Seitenhälfte erstreckt, aus verschiedenen Violett-Abstufungen zusammensetzt (siehe Abbildung 34).

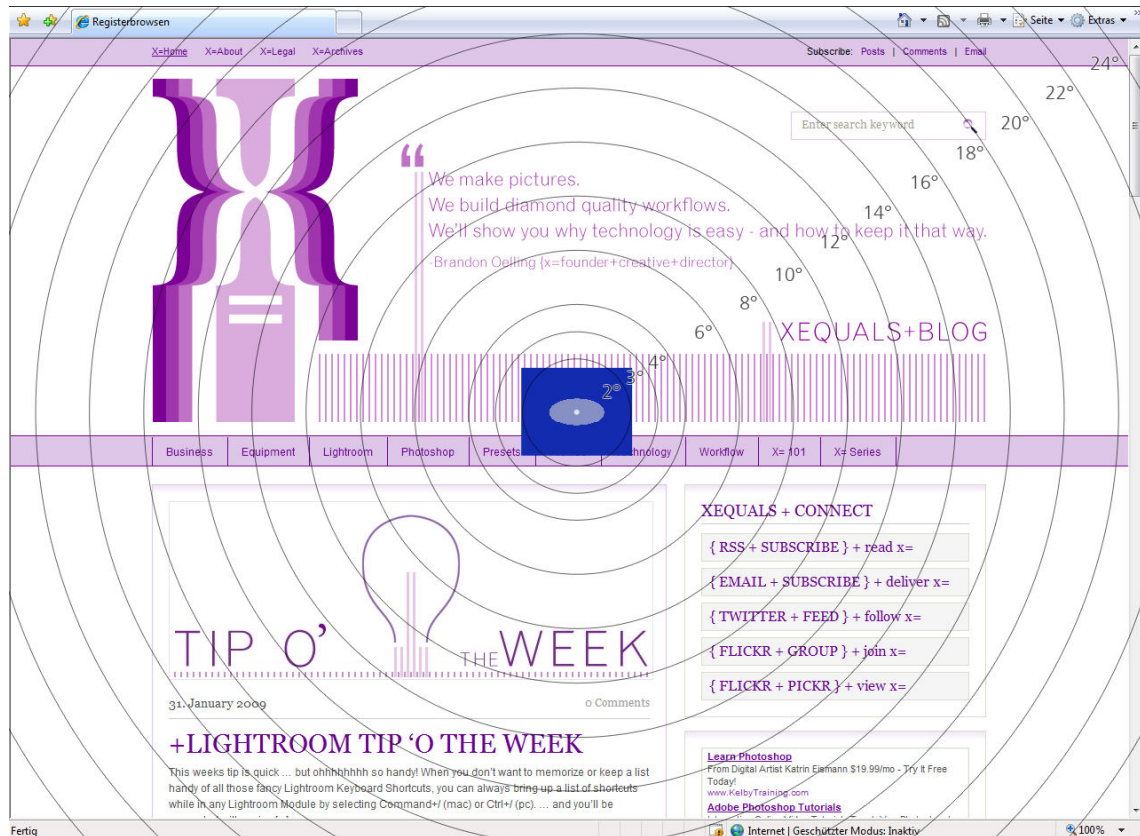


Abbildung 34: Violett-Töne, *x-equals.com/blog*; X-Grafik: 9-20°, Ø Ex. 14,5°, B x H: 7,5 x 12,7° / 230 x 388 px / 6,1 x 10,2 cm

Übergreifende Interpretation: Aus diesem Beispiel können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden: Die Farbwahrnehmung eines Elements wird vom Kontext, in dem dieses wahrgenommen wird, beeinflusst. Während auf anderen Webseiten Mischfarben wie Violett nicht korrekt erkannt wurden, waren sich die Probanden auf dieser Seite offenbar sicher, dass alle Elemente in Violett-Tönen gestaltet sind – beispielsweise auch bei einer Exzentrizität von über 14°. Auf anderen Webseiten hingegen waren sie bei diesem Abstand zur Fovea nicht mehr in der Lage, eine Mischfarbe korrekt zu identifizieren. Die Basis für die korrekte Farbidentifikation auf *x-equals.com/blog* scheinen die großen Flächen der Mischfarbe zu sein, die sich von niedrigen bis zu hohen Exzentrizitäten erstrecken. Da in diesen Flächen auch mit steigender Exzentrizität kein Helligkeitsunterschied wahrgenommen werden kann und die Helligkeit mit allein stehenden, weiter außen positionierten Elementen übereinstimmt, werden auch diese offenbar in der Mischfarbe wahrgenommen. Dabei wäre es möglich, dass die Retina und die unmittelbar mit ihr verbundenen Zellen diese Farbe nicht wahrnehmen können, sondern die Farbe durch höhere Wahrnehmungsprozesse in die wahrgenommene Fläche interpretiert wird (siehe Abschnitt 6.1.5.1). Diese Schlussfolgerung kann von folgendem Beispiel gestützt werden.

Beobachtung 3: Auf der Seite *shop.stylefile.de*¹⁷ befinden sich bei 13° mittlerer Exzentrizität Farbflächen (in Form einer horizontalen Navigation), die in zwei verschiedenen Brauntönen gestaltet sind (siehe Abbildung 35). Alle Probanden nahmen diese Farbflächen als Rot wahr.



Abbildung 35: Horizontale Navigation, Übungsseite stylefile.de, Mischfarben werden nicht korrekt erkannt, 10-16°, Ø Ex. 13°

Interpretation 3: Im Gegensatz zu *x-equals.com/blog* gibt es auf dieser Seite keine gleichfarbigen Referenzobjekte mit niedriger Exzentrizität. Ebenfalls erstreckt sich kein gleichfarbiges Objekt von einer niedrigen zu einer höheren Exzentrizität. Somit nehmen alle Probanden nur den stärksten Grundfarbton des Elements, die Farbe Rot, wahr und können, mangels Referenz, nicht den richtigen Farbton erkennen. Die Größe des Elements von 670 x 55 px (B x H, 22,0 x 1,8° / 17,6 x 1,5 cm) auf *shop.stylefile.de* zeigt zudem, dass die Wahrnehmung von Mischttönen, wie sie in diesem Abschnitt anhand von Buttons und Logos erläutert wird, auch bei großflächigeren Elementen scheitert.

Weitere Ergebnisse bezüglich peripherer Farbwahrnehmung sind in den Abschnitten 6.1.2 und 6.1.5 zu finden.

¹⁷ Diese Webseite wurde lediglich zur Eingewöhnung der Probanden genutzt und daher nicht umfassend ausgewertet. Sie wird an dieser Stelle aufgrund des aufgetretenen Effekts herangezogen, der die Wahrnehmungsleistungen auf *x-equals.com/blog* zu relativieren scheint.

6.1.2 Kontrast

Übergreifende Interpretation: Die Qualität der peripheren Kontrastwahrnehmung schränkte das periphere Sehen der Probanden stärker ein, als die Qualität der peripheren Farbwahrnehmung. Aus den Aussagen der Probanden und ihren Erkennungsleistungen lässt sich schlussfolgern, dass Kontraste eine bedeutende Rolle dabei spielen, Strukturen und strukturierende Elemente wahrnehmen zu können, wie z.B. Trennlinien. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass Elemente, die einen hohen Kontrast aufweisen, ebenfalls eine hohe Aufmerksamkeit erzeugen und den Probanden bei Erscheinen der Webseite häufig als erstes auffallen (siehe Abschnitt 6.4).

Auch bezüglich der peripheren Kontrastwahrnehmung auf Webseiten lässt sich keine absolute Aussage machen, bis zu welcher Exzentrizität bestimmte Kontraste noch erkannt werden können. Genau wie bei der peripheren Farbwahrnehmung spielt die Größe der Elemente und – in noch stärkerem Maße – die Distanz zu den umliegenden Elementen eine wichtige Rolle (siehe auch Abschnitt 6.1.3). Daher werden im Folgenden einige Beispiele für erfolgreiche und nicht erfolgreiche Wahrnehmungsleistungen präsentiert.

Keine Farbwahrnehmung durch zu niedrigen Kontrast

Beobachtung 1: Auf den in dieser Studie eingesetzten Stimulus-Webseiten werden vielfach Farbflächen benutzt, um Strukturen zu erzeugen und Elemente voneinander abzugrenzen. Die vertikale Navigation auf *santander.de* ist mit einer beigen Farbfläche als Hintergrund versehen (siehe Abbildung 36, S. 85). Während bei fovealer Betrachtung die Farbfläche das Element deutlich von seiner Umgebung, auch vom weißen Hintergrund der Webseite, abgrenzt, konnte kein Proband die Farbe peripher wahrnehmen. 9 von 12 Probanden nahmen die Fläche als weiß wahr, konnten also keinen Kontrast zum links und rechts angrenzenden Weiß feststellen. Die restlichen 3 Probanden gaben als Hintergrundfarbe der Navigation „Weiß oder ein helles Grau“ an.

Interpretation 1: Aufgrund dieser Wahrnehmungsleistung lässt sich vermuten, dass für die periphere Wahrnehmung einer Farbe ein Mindestmaß an Kontrast vorhanden sein muss.



Abbildung 36: Vertikale Navigation, santander.de, Farbfläche mit nicht mehr wahrnehmbarem Kontrast: 8-18°, Ø Ex. 13°, B x H: 7,7 x 8,5° / 235 x 260 px / 6,2 x 6,8 cm

Beobachtung 2: Umso erstaunlicher erscheint daher, dass 6 von 12 Probanden die Trennlinien zwischen den einzelnen Zeilen der Navigation wahrnehmen konnten, obwohl diese ebenfalls einen sehr geringen Kontrast zur Umgebungsfarbe aufweisen. 3 weitere Probanden äußerten die Vermutung, dass sich zwischen den Zeilen Trennlinien befinden könnten, waren sich aber nicht sicher.

Interpretation 2: Die Ursache für diese abweichenden Wahrnehmungsleistungen ist unklar. Möglicherweise spielt die symmetrische Anordnung der Trennlinien in einem sich wiederholenden Muster eine Rolle (vgl. Goldstein, 2008, S. 111).

Differenzierung von aneinander angrenzende Farbflächen

Beobachtung: Auf *auswaertiges-amt.de* wurden zwei aneinander angrenzende Abbildungen häufig zunächst nur als eine Abbildung wahrgenommen (siehe Abbildung 37, S. 86). Während 8 von 12 Probanden, teilweise nach kurzer Konzentration, zwei verschiedene Bilder ausmachen konnten, nahmen 4 Probanden die zwei Bilder als eines wahr.¹⁸

¹⁸ Dabei sollte beachtet werden, dass die Differenzierung der beiden Bilder voneinander auch davon abhängt, ob der jeweilige Proband erkannt hat, dass es sich bei dem linken Bild um eine Zeichnung und bei dem rechten um ein Foto handelt.

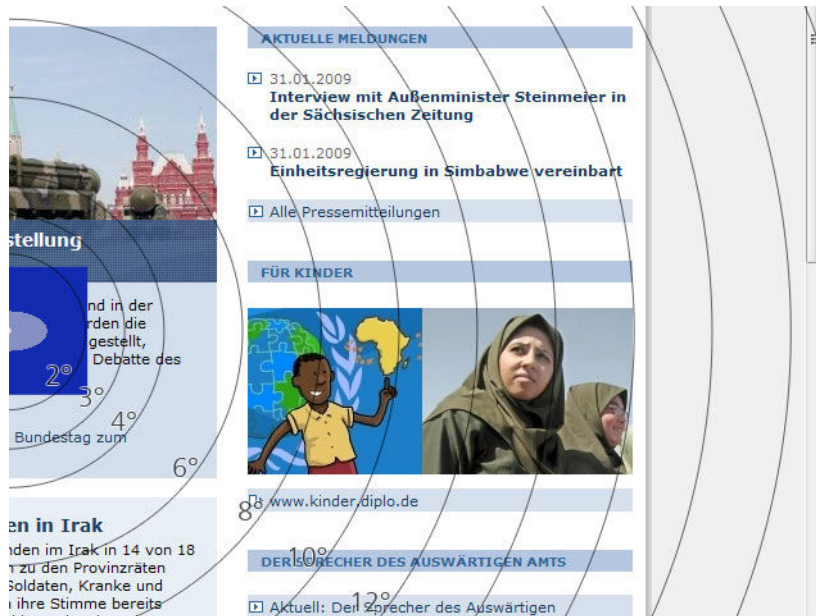


Abbildung 37: angrenzende Farbflächen, auswaertiges-amt.de, Zeichnung & Foto: 6-16°, Ø Ex. 11°, B x H: 9,8 x 4,3° / 300 x 130 px / 7,9 x 3,4 cm

Interpretation: Da die Abbildungen beide eine blaue Hintergrundfarbe aufweisen, scheint eine Differenzierung zunächst schwer zu fallen, obwohl der Helligkeitskontrast zwischen den beiden Farbtönen relativ hoch ist. Die frühe Differenzierung der Flächen könnte aber auch durch die enge Anordnung innerhalb der Abbildungen erschwert worden sein (siehe auch Abschnitt 6.1.3).

Zusammenwirken von Kontrasten und enger Anordnung

Auf *videobuster.de* führten die niedrigen Distanzen zwischen den einzelnen Elementen im Kopfbereich der Seite allgemein zu einer niedrigen Erkennungsrate (siehe Abbildung 38, S. 87).

Beobachtung: Insgesamt konnten 7 von 12 Probanden, meist nach starker Konzentration, den gelben und den weißen Reiter der horizontalen Navigation wahrnehmen. Von diesen 7 äußerten lediglich 2 Probanden, dass es neben den zwei wahrgenommenen Reitern eventuell noch weitere gäbe. Dabei konnte nicht beurteilt werden, wie viele es sind oder wie sie aussehen.



Abbildung 38: videobuster.de, Kopfbereich mit Logo und Navigation, gelber und weißer Navigationsreiter: 9-13°, Ø Ex. 11°, B x H: 7,9 x 0,8° / 240 x 25 px / 6,3 x 0,7 cm

Interpretation: Während der eher hohe Kontrast der beiden ersten Reiter auch in der relativ unruhigen Umgebung mit niedrigen Distanzen zu benachbarten Elementen (siehe auch Abschnitt 6.1.3) noch eine korrekte Wahrnehmung ermöglicht, verhindert der niedrige Kontrast der fünf weiteren Reiter zur Hintergrundfarbe deren Wahrnehmung.¹⁹

Verzögerte Wahrnehmung durch niedrigen Kontrast

Beobachtung: Bei Abfragen der horizontalen Navigation auf *berlinonline.de/berliner-zeitung* konnten zwar alle Probanden das Element wahrnehmen, jedoch wurde geäußert, dass es erst auf Nachfrage wahrgenommen wurde (siehe Abbildung 39, S. 88).

¹⁹ Reiter von horizontalen Navigationsmenüs können, je nach Gestaltung, offenbar nur peripher identifiziert werden, wenn die Freiräume zwischen ihnen wahrgenommen werden können (siehe auch Abschnitt 6.1.5.3).



Abbildung 39: horizontale Navigation, berlinonline.de/berliner-zeitung, 6-17°, Ø Ex. 11,5°, Zeichenhöhe: 0,23° / 7 px / 0,2 cm

Interpretation: Obwohl die Navigation eine relativ geringe Exzentrizität aufweist und sich über den gesamten Content-Bereich der Webseite erstreckt, wird sie aufgrund des geringen Kontrasts der grauen Schrift zum weißen Hintergrund zunächst nicht wahrgenommen. Vermutlich fördert zudem die kleine Schriftgröße das anfängliche Übersehen.

Niedriger Kontrast bei hoher Exzentrizität

Die Suche auf *x-equals.com/blog* bildet ebenfalls einen niedrigen Kontrast zu der weißen Hintergrundfarbe der Seite (siehe Abbildung 49, S. 100).

Beobachtung: 7 von 12 Probanden konnten das Eingabefeld (15-19° Exzentrizität, 0,03° / 1 px / 0,02 cm Konturstärke), welches durch eine hell violette Kontur definiert wird, nicht wahrnehmen. 8 von 12 Probanden konnten den darin befindlichen Text in hellgrauer Farbe ebenfalls nicht wahrnehmen (Schriftgröße 0,3°, 9 px bzw. 0,24 cm). Das Lupensymbol, welches die Funktion des Such-Buttons einnimmt, wurde hingegen von 9 der 12 Probanden wahrgenommen. Es nimmt eine etwas größere Fläche ein (Durchmesser ca. 0,69°, 21 px bzw. 0,55 cm) und weist einen höheren Kontrast zum weißen Hintergrund auf.

Interpretation: Neben der geringen Linienstärke des Eingabefeldes führte höchstwahrscheinlich der geringe Kontrast der Linien- und der Schriftfarbe zum häufigen Übersehen durch die Probanden.

Kombination aus niedrigem Kontrast und enger Anordnung

Beobachtung: Auf *compuland.de* nahm kein Proband die horizontale Navigationsleiste auf Anhieb wahr, zunächst wurde lediglich das links befindliche Logo beschrieben (siehe Abbildung 40, S. 89). 6 von 12 Probanden konnten auf Nachfrage und nach teilweise starker Konzentration Teile der Reiternavigation wahrnehmen. Die andere Hälfte der Probanden war auch durch Konzentration nicht in der Lage, zwischen dem Logo oben links und dem unterhalb von 10° beginnenden, restlichen Content der Seite etwas zu erkennen. Diese Probanden gaben an, entweder nur weiße Fläche zu sehen oder „irgend etwas“, das sie nicht genauer beschreiben konnten.



Abbildung 40: Kopfbereich der Webseite compuland.de, Navigationsleiste: 10-18°, Ø Ex. 14°, B x H: 26,9 x 1,2° / 820 x 37 px / 21,6 x 1,0 cm

Interpretation: Ein wichtiger Faktor scheint der niedrige Kontrast der Navigationsreiter zur weißen Hintergrundfarbe zu sein. Es lässt sich vermuten, dass er in erster Linie dafür verantwortlich ist, dass kein Proband die Reiternavigation auf Anhieb wahrnehmen konnte. Ein weiterer Faktor, der die schlechte Wahrnehmbarkeit dieses Elements möglicherweise beeinflusst und auch in vielen anderen Bereichen die periphere Wahrnehmung einschränkt, ist das räumliche Auflösungsvermögen in der Peripherie, welches im folgenden Kapitel anhand der Studienergebnisse erläutert wird.

6.1.3 Räumliches Auflösungsvermögen

Der Begriff „räumliches Auflösungsvermögen“ meint in diesem Zusammenhang die Fähigkeit, die Position eines wahrgenommenen Objekts, wie z.B. eines Buchstabens oder einer Farbfläche, im Verhältnis zu den Objekten, die es umgeben, zu bestimmen. Theoretisch würde ein maximales räumliches Auflösungsvermögen also dafür sorgen, die Wahrnehmung an der Position eines jeden Pixels räumlich korrekt in Beziehung zu den jeweils umgebenden Pixeln setzen zu können. Praktisch entscheidet das periphere räumliche Auflösungsvermögen vielmehr darüber, ob nah beieinander positionierte Objekte noch räumlich korrekt wahrgenommen und voneinander unterschieden werden können.²⁰

²⁰ Der Begriff „räumliches Auflösungsvermögen“ wird hier nicht als wissenschaftlich definierte Bezeichnung verwendet, sondern er bezeichnet eine Reihe von peripheren Wahrnehmungsleistungen, die im Rahmen dieser Studie beobachtet und analysiert wurden. Das räumliche Auflösungsvermögen im peripheren Sichtfeld wird von verschiedenen psychophysiologischen Eigenschaften des visuellen Systems bedingt, unter

Übergreifende Interpretation: Ob diese Leistung in der Peripherie erbracht werden kann, hängt in der Praxis offenbar von zwei Faktoren ab.

(1) Ist zwischen den zu erkennenden Elementen eine ausreichend große Distanz in Form von Weißraum oder einem andersfarbigen Freiraum vorhanden, fördert dies die korrekte räumliche Zuordnung und die Differenzierbarkeit der Elemente voneinander. Diese Bedingung gilt nicht, falls Bedingung 2 nicht hinreichend erfüllt ist.

(2) Weisen die zu erkennenden Elemente sowohl einen ausreichend großen Kontrast zueinander als auch zu ihrer Hintergrundfarbe auf, fördert dies ebenfalls die korrekte räumliche Zuordnung und die Differenzierbarkeit der Elemente voneinander. Diese Bedingung gilt nicht, falls Bedingung 1 nicht hinreichend erfüllt ist.

Im Folgenden werden einige Beispiele genannt, um die Beziehung und gegenseitige Beeinflussung der beiden Faktoren zu verdeutlichen.

Lokalisierungsprobleme durch geringen Kontrast und niedrige Distanzen

Das am Ende des letzten Abschnitts über Kontrast (6.1.2) beschriebene Beispiel der Seite *compuland.de* verdeutlicht auch die Grenzen des räumlichen Auflösungsvermögens in der Peripherie (siehe Abbildung 40, S. 89).

Beobachtung: Während eine Hälfte der Probandengruppe selbst nach starker Konzentration die horizontale Navigation nicht wahrnehmen konnte, war die andere Hälfte in der Lage, Text und Rechtecke wahrzunehmen. Dabei fällt auf, dass auch letztere Gruppe zunächst direkt unterhalb des Logos nichts wahrnehmen konnte, sondern lediglich die Navigationsreiter, die sich rechts unterhalb des Logos befinden. Nach nochmaliger Konzentration waren 4 von 6 Probanden in der Lage, auch direkt unterhalb des Logos Navigationsreiter zu erkennen. 2 von 6 Probanden blieben bei ihrer Aussage, dass die horizontale Navigation erst unterhalb des rechten Rands des Logos begänne.

Interpretation: Diese Lokalisierungsschwierigkeiten der Probanden deuten darauf hin, dass eine räumliche Zuordnung von Wahrgenommenem in der Peripherie schwerer fällt als in der Fovea – insbesondere bei niedrigen Kontrasten. Ein weiterer Faktor, der auf *compuland.de* zu den beschriebenen Schwierigkeiten seitens der Probanden geführt haben könnte, ist eine Art Maskierungseffekt, der durch gleichfarbige Elemente in der Peripherie entstehen kann. Dieser wird im Laufe dieses Abschnitts näher erläutert.

Verschwimmen von Konturen und Farben

Beobachtung: 10 von 12 Probanden konnten auf *santander.de* die Anordnung der Eingabefelder und des Buttons nicht oder nur teilweise korrekt beschreiben (siehe Abbildung 41, S. 91). Dabei herrschte Unsicherheit, wie viele Eingabefelder es sind, welche Konturfarbe sie aufweisen, ob ihre Beschriftung sich daneben oder jeweils über ihnen befindet und ob sich in den Eingabefeldern Text befindet oder nicht.

anderem der niedrigeren Sehschärfe jenseits der Fovea und der Konvergenz (siehe Abschnitt 2.2). Der in der Fachliteratur häufig genutzte Begriff „spatial resolution“ bezeichnet die Differenzierbarkeit von zwei dicht beieinander liegenden Punkten (vgl. Cavanagh, 2004) und bildet somit das theoretische Äquivalent zu dem hier verwendeten, etwas weiter gefassten, Begriff der räumlichen Auflösung.

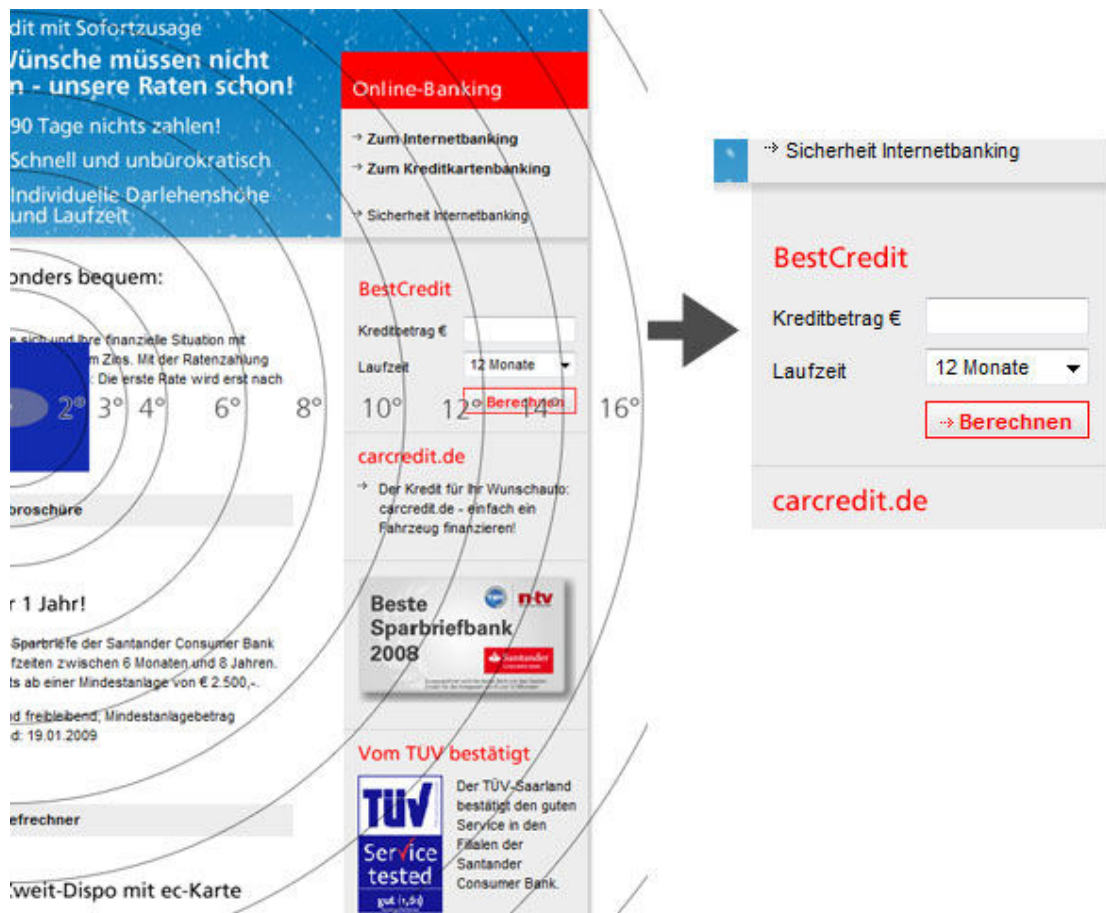


Abbildung 41: Eingabemaske auf santander.de, Bereich von roter Überschrift bis Berechnen-Button: 9-14,5°, Ø Ex. 11,8°, Distanz zwischen Eingabefeldern: 0,2° / 7 px / 0,18 cm

Interpretation: Der niedrige Kontrast der Eingabefelder zum grauen Hintergrund, die mit dem Hintergrund beinahe identische Füllfarbe des Buttons und die insgesamt niedrigen Abstände scheinen die periphere Wahrnehmung des Elements deutlich zu erschweren. Den Aussagen der Probanden zufolge ist davon auszugehen, dass die einzelnen Bestandteile ineinander fließen und nicht deutlich voneinander zu differenzieren sind.

Übersehen der Suchfunktion aufgrund enger Anordnung

Ein ähnliches Ergebnis liefert der Kopfbereich auf *abacho.de* (siehe Abbildung 42, S. 92).

Beobachtung: Während alle Probanden die rote Wortmarke erkennen konnten und teilweise in der Lage waren, den Anfangsbuchstaben als „A“ zu identifizieren, sahen 9 von 12 Probanden die Eingabefelder der Suche nicht. 4 von 9 konnten den roten Button rechts wahrnehmen. Insgesamt konnte kein Proband die Bestandteile der Suchfunktion korrekt wahrnehmen und beschreiben. 2 Probanden antworteten auf die Frage, was sie rechts vom zuvor wahrgenommenen Logo wahrnehmen könnten, dass sie kleine Symbole mit Text daneben erkennen könnten.

Interpretation: Insgesamt verdeutlicht diese Wahrnehmungsleistung, wie geringe Distanzen zwischen einzelnen Elementen in Kombination mit niedrigen Kontrasten die periphere Wahrnehmung erschweren. Wenn man bezüglich der letztgenannten Kommentierung davon ausgeht, dass die Probanden damit die vier Icons in der Leiste unterhalb des Logos meinten, würde dies die Vermu-

tung unterstützen, dass die Platzierung vieler Elemente auf engem Raum mit insgesamt wenig Weiß- bzw. Freiraum die räumlich korrekte Lokalisierung in der Peripherie erschwert.



Abbildung 42: Ausschnitt aus dem Kopfbereich der Seite abacho.de, vergrößerter Bereich: 7-14°, Ø Ex. 10,5°, B x H: 17,4 x 3,7° / 530 x 113 px / 14,0 x 3,0 cm

Niedrige Distanzen erschweren Wahrnehmung trotz hoher Kontraste

Übergreifende Interpretation: Bei den vorangegangenen Beispielen sind die Schwierigkeiten bei der peripheren Wahrnehmung sowohl auf niedrige Kontraste als auch eine zu enge Anordnung der Elemente zueinander zurückzuführen. Das Beispiel des Kopfbereiches auf *videobuster.de* zeigt jedoch, dass zu niedrige Distanzen auch bei einem ausreichenden Kontrast die korrekte Wahrnehmung verhindern können.

Beobachtung: 5 von 12 Probanden konnten im Kopfbereich von *videobuster.de* die ersten beiden Navigationsreiter selbst auf Nachfrage nicht wahrnehmen, obwohl sie durch die Farben Gelb und Weiß einen deutlichen Kontrast zum dunkelblauen Hintergrund bilden (siehe Abbildung 38, S. 87). Zudem nahm kein Proband die helle Leiste unterhalb der Navigationsreiter sowie die darunter befindliche Suchleiste wahr. Im linken Teil des Kopfbereichs konnten die Probanden lediglich die Farben Gelb und Blau, sowie eine rechteckige Form wahrnehmen. Alles um die rechteckige Form platzierte, wie die stilisierte Filmklappe oder die DVD wurde ebenfalls nicht wahrgenommen. 8 von 12 Probanden waren in der Lage, innerhalb des Rechtecks Schrift zu erkennen, doch ordneten insgesamt 7 von 12 Probanden die Farben innerhalb des Rechtecks falsch zu. Beispielsweise wurde angegeben, dass das Rechteck blau sei und sich darin etwas Gelbes befände. Keiner der Probanden konnte zudem die rote Farbfläche unterhalb der blauen Schrift wahrnehmen.

Interpretation: Die enge Anordnung des Logos, der Navigationsreiter, der über der Navigation befindlichen Schrift und der unter der Navigation platzierten Leisten scheinen bei diesem Beispiel die periphere Wahrnehmung deutlich zu erschweren. Offenbar sind lediglich relativ großflächige, kontraststarke Elemente differenzierbar, wie z.B. der Stern im rechten Teil des Kopfbereichs (siehe auch Abschnitt 6.1.1).

Farbflächen trotz Abstand schwer differenzierbar

Im Kopfbereich der Webseite *hirschille.de/hishop1* sorgt ebenfalls eine Eigenschaft der peripheren räumlichen Auflösung für einen interessanten Effekt (siehe Abbildung 43).

Beobachtung: Bei Abfrage der Wahrnehmung innerhalb des dunklen Balkens nahmen 7 von 12 Probanden das Suchfeld inklusive seiner Beschriftung und des orangefarbenen Buttons zunächst nicht wahr, sondern lediglich das Logo links und die beiden weißen Rechtecke im oberen Teil. Erst nach teilweise starker Konzentration konnten 6 der 7 Probanden das Suchfeld inklusive der Beschriftung und des Buttons wahrnehmen. Es wurde geäußert, dass das Suchfeld mit dem weißen Feld darüber ineinander fließe und es deswegen schwer zu erkennen sei. Ein Proband, der die Suche nicht identifizieren konnte, äußerte auf Nachfrage und nach starker Konzentration, dass sich unterhalb der weißen Rechtecke noch irgendetwas befände, er aber nicht beschreiben könne, was.



Abbildung 43: Kopfbereich der Seite *hirschille.de/hishop1*, schwarzes Rechteck: 7-20°, Ø Ex. 13,5°, vertikale Distanz zwischen linkem weißen Rechteck und Eingabefeld der Suche: 1,3° / 40 px / 1,05 cm

Interpretation: Die Aussagen der Probanden lassen hier darauf schließen, dass gleichfarbige Flächen, die einen hohen Kontrast zur Hintergrundfarbe aufweisen, auch bei ausreichender Distanz zunächst nicht separat wahrgenommen werden. Offenbar kann jedoch bewusste Konzentration, die im Rahmen dieser Studie höchstwahrscheinlich einer Verschiebung der verdeckten Aufmerksamkeit an eine andere Position entspricht (vgl. Abschnitt 2.4), die räumliche Auflösung an der bewussten Position verbessern, sodass dieser Effekt aufgehoben wird.

Übergreifende Interpretation: Im Kopfbereich der Seite *compuland.de* konnte eine ähnliche Beobachtung wie auf *hirschille.de/hishop1* gemacht werden (siehe Anfang dieses Abschnitts). Allen Probanden fiel es zunächst schwer, festzustellen, ob sich unterhalb des Logos etwas befindet oder ob es sich nur um eine weiße Fläche handelt. Diese beiden Beispiele geben Anlass zu der Spekulation, dass eine peripher wahrgenommene Farbfläche, die einen hohen Kontrast zur Hintergrundfarbe aufweist, gleichfarbige aber kleinere Elemente in ihrer Nähe zunächst maskiert. Diese Vermutung

würde die beiden bereits genannten und auch die beiden folgenden Wahrnehmungsleistungen der Probanden erklären.

Maskierung eines Elements durch gleichfarbiges, größeres Element

Beobachtung: Auf *hirschille.de/hishop1* wurde die Position, an der sich der Text „999,00 EUR“ befindet, abgefragt (siehe Abbildung 44). 11 von 12 Probanden sahen die roten Zahlen anfangs nicht. Nach nochmaliger Nachfrage mit präziserer Positionsangabe anhand der umgebenden, bereits wahrgenommenen Elemente, konnten lediglich 4 der 11 Probanden das Element wahrnehmen. Sie äußerten die Vermutung, dass es sich um Zahlen handle, waren sich aber nicht sicher. Insgesamt nahmen 7 von 12 Probanden an der Position des roten Textes nichts wahr. Sie waren in der Lage, das Produktbild zu beschreiben, den Beschreibungstext rechts daneben wahrzunehmen, sowie die roten Flächen (sowohl oben als auch unten) in Form von Preisschildern mit Text darin zu erkennen. Außerdem wurde geäußert, dass sich unter dem Produktbild ein blauer oder grauer Balken befände. Demnach konnten sie alle Elemente in diesem Bereich wahrnehmen – bis auf den roten Text „999,00 EUR“.



Abbildung 44: Farbige Preis-Elemente auf *hirschille.de/hishop1*, Text „999,00“ & Preisschild darunter: 10-13°, Ø Ex. 11,5°, durchschnittliche Distanz zwischen den beiden Elementen: 1,2° / 36 px / 0,9 cm

Interpretation: Bezugnehmend auf die oben geäußerte Vermutung könnte auch hier ein Maskierungseffekt dafür sorgen, dass das rote Element in Preisschild-Form unterhalb des Textes „999,00 EUR“ diesen für die periphere Wahrnehmung der Probanden maskiert. Da die Fläche des Preisschild-

des größer ist, stellt sie, bei gleichem Farbton wie der darüber stehende Text, einen intensiveren visuellen Reiz dar. Die Distanz zwischen den beiden Elementen beträgt durchschnittlich 36 px ($1,2^\circ$ / 0,9 cm). Wie von den Probanden bei anschließender Normalbetrachtung geäußert wurde, seien die roten Zahlen mit dem Preisschild darunter zusammen geflossen, und waren somit nicht separat wahrnehmbar. Ein ähnlicher Effekt trat auf der Seite *compuland.de* auf.

Farbliche Zuordnung schlägt fehl

Beobachtung: Auf *compuland.de* nannten nur die Hälfte der Probandengruppe bei der Abfrage der Farben der wahrgenommenen Logos am rechten Rand (siehe Abbildung 45) die Farbe Rot (*Canon*-Logo). Ein Proband, der die Farbe Rot innerhalb der Logo-Leiste zunächst nicht wahrnehmen konnte, äußerte später, nachdem er sie doch noch wahrgenommen hatte, dass sie mit dem roten Preis links davon (Distanz: 3° / 90 px / 2,4 cm) ineinander liefen.



Abbildung 45: gleichfarbige Elemente auf *compuland.de*, roter Preis rechts & Canon-Logo: $10\text{--}15^\circ$, Ø Ex. $12,5^\circ$, Distanz: 3° / 90 px / 2,4 cm

Übergreifende Interpretation: Die psychophysiologische Ursache, die diesen Maskierungseffekt bewirkt, sorgt möglicherweise ebenfalls bei der vertikalen Navigation auf *abacho.de* für Schwierigkeiten bei der räumlich korrekten Zuordnung der Farbtöne (siehe Abbildung 31, S. 79). Wie in Abschnitt 6.1.1 bereits erläutert, war es für die Probanden maximal möglich, die drei obersten und die unterste Farbe korrekt zu benennen. Die Probanden äußerten dabei, dass es sehr große Konzentration erfordere, die Farben in der Reihenfolge von oben nach unten zu benennen. Es wurde zudem Verwunderung darüber geäußert, dass die Nennung in der richtigen Reihenfolge so schwer falle, weil man den Eindruck habe, alle Farbtöne wahrnehmen zu können.

Abgesehen von den hier beschriebenen Effekten verdeutlichen auch folgende Wahrnehmungsleistungen die Fähigkeiten und Grenzen des räumlichen Auflösungsvermögens in der Peripherie.

Wahrnehmung eines feinen Musters

Beobachtung: Auf *santander.de* bildet eine blaue Fläche mit Schneeflocken den Hintergrund eines Teasers²¹ (siehe Abbildung 46). Obwohl die einzelnen weißen Punkte, die die Schneeflocken darstellen, nur jeweils 2-5 px (0,07-0,16° / 0,05-0,13 cm) groß sind, konnten 11 von 12 Probanden sie wahrnehmen. Zwei Probanden waren sich dabei nicht sicher, ob es sich um Schnee oder Sterne handelt.

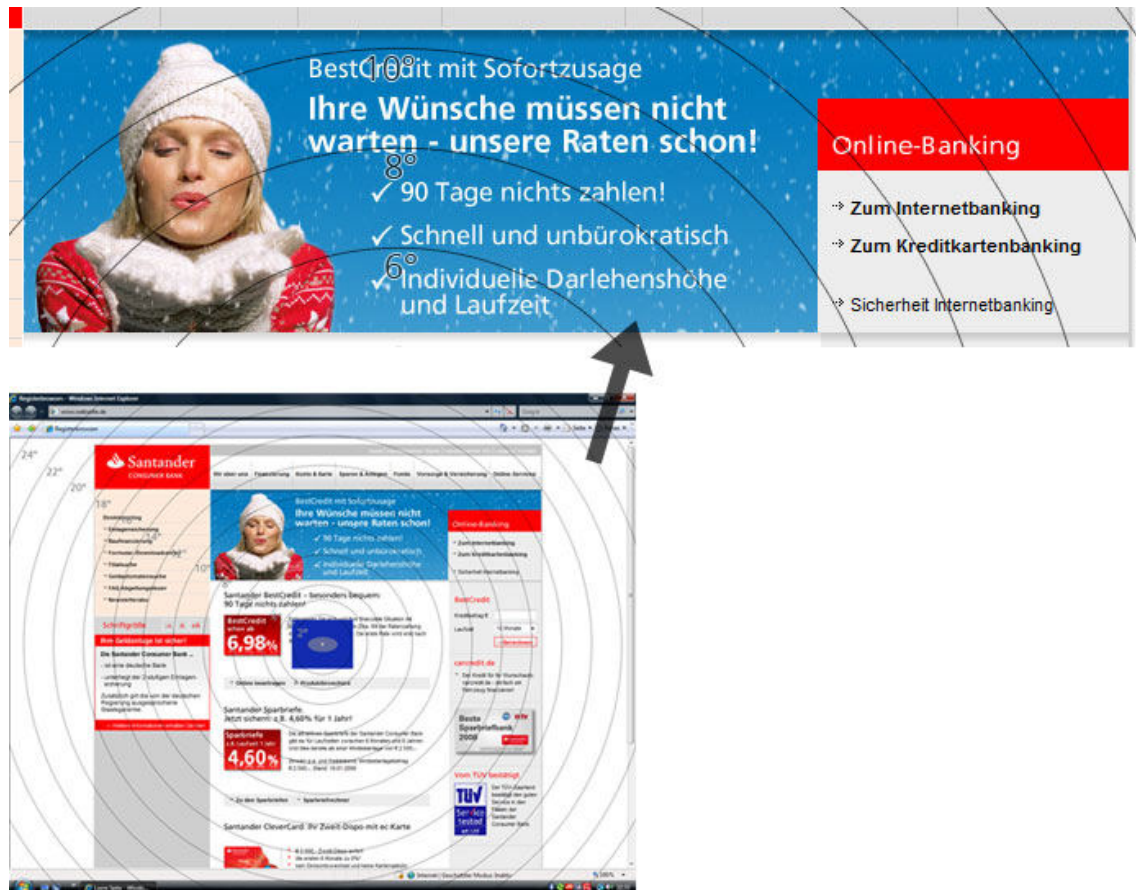


Abbildung 46: Foto einer Frau vor Schnee-Hintergrund, santander.de, blauer Bereich: 5-18°, Ø Ex. 11,5°

Interpretation: Offenbar reicht das räumliche Auflösungsvermögen hier aus, um ein recht feines Muster auch in der Peripherie noch wahrnehmen zu können. Es ist anzunehmen, dass dies bei einem geringeren Kontrast zwischen Hintergrundfarbe (hier Blau) und Vordergrundfarbe (hier Weiß) sowie einer weniger großflächigen Verteilung nicht mehr möglich wäre.

Nennung der Anzahl von Elementen nicht möglich

Beobachtung: Auf *videobuster.de* konnten alle Probanden auf Anhieb die Eingabefelder in der rechten unteren Bildhälfte wahrnehmen und sie in Kombination mit den Beschriftungen als Formular identifizieren. Jedoch war kein Proband in der Lage, die Anzahl der Felder korrekt zu benennen (siehe Abbildung 47, S. 97).

²¹ Definition siehe Abschnitt 6.3.6.3

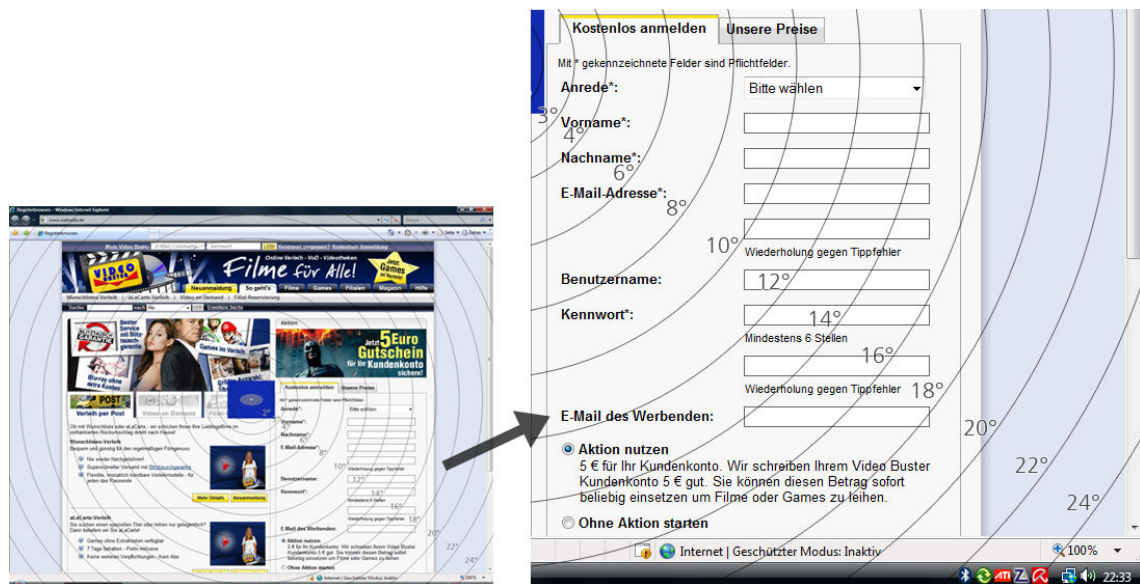


Abbildung 47: Eingabefelder auf videobuster.de, 8-18°, Ø Ex. 13°, B x H eines Feldes: 5,9 x 0,7° / 179 x 20 px / 4,7 x 0,5 cm

Interpretation: Während die Erkennung der oberen Eingabefelder für alle Probanden problemlos möglich war, scheint die mit der Exzentrizität abnehmende räumliche Auflösung das Zählen der Eingabefelder in diesem Fall zu verhindern. Die Aussagen der Probanden weisen darauf hin, dass die Ausdehnung des Formulars bis fast an den unteren Browserrand zwar erkannt wurde, die Felder aber mit höherer Exzentrizität nicht mehr klar voneinander differenzierbar sind.

Das räumliche Auflösungsvermögen in der Peripherie, wie es zu Anfang dieses Abschnitts definiert wurde, beeinflusst neben den hier vorgestellten Wahrnehmungen auch das Lesen bzw. Erkennen von Wörtern und Buchstaben sowie die Personen- und Gesichtserkennung. Da bei diesen Themen die semantische Interpretation bereits einen starken Einfluss nimmt, werden diese separat in Abschnitt 6.2 behandelt.

6.1.4 Bewegung

Bewegte Elemente wurden aufgrund der technischen Einschränkungen (siehe Abschnitt 5.4) bzw. der daraus resultierenden Belastung der Probanden nur bei einem Stimulus eingesetzt. Daher können keine umfangreichen Aussagen zu diesem psychophysiologischen Kriterium gemacht werden. Die Webseite *abacho.de* weist mehrere bewegliche Elemente auf: Der mittig platzierte Newsbereich zeigt zwei Meldungen, bestehend aus einer Überschrift, einem Foto und einem kurzen Fließtext. Diese Meldungen werden in einem Acht-Sekunden-Takt ausgetauscht. Bei 5° mittlerer Exzentrizität befindet sich ein horizontales Werbebanner mit wechselndem bzw. animiertem Inhalt (siehe Abbildung 32 oben links, S. 80; B x H: 16,4 x 2,0° / 500 x 60 px / 13,2 x 1,6 cm). Bei 13° mittlerer Exzentrizität ist ein animiertes vertikales Werbebanner platziert (siehe Abbildung 30, S. 78; B x H: 3,9 x 19,7° / 120 x 600 px / 3,2 x 15,8 cm). In beiden Werbebannern erscheinen, neben anderen Animationen, für einen kurzen Zeitraum bewegte Mauszeiger.

Beobachtung: Alle Probanden nahmen die Wechsel der Meldungen im Newsbereich und die Bewegungen innerhalb der beiden Werbebanner wahr. Dass die Webseite bewegte Elemente beinhaltet,

entdeckten nicht alle Probanden sofort, sondern teilweise erst nach einigen Sekunden.²² Dabei erzeugten besonders die Mauszeiger innerhalb der Werbebanner eine hohe Aufmerksamkeit und sorgten zum Teil für kurzzeitige Verwirrung. Einige Probanden begründeten ihre Verwirrung damit, dass sie sich für einen kurzen Moment fragten, ob es ihr eigener Mauszeiger sei.²³ Besonders überrascht zeigten sich die Probanden, die die beiden Mauszeiger ungefähr gleichzeitig bemerkten.

Interpretation: Die Bewegung innerhalb der Elemente verursachte keine im Rahmen dieser Studie feststellbaren Effekte. Auch die Kommentierung der Probanden weist, bis auf bereits Genanntes, auf keine Besonderheiten hin. Die periphere Erkennungsrate der Elemente kann nicht eindeutig als besser oder schlechter eingestuft werden, als bei statischen Elementen. Ebenfalls scheint keine starke Ablenkungswirkung durch die Bewegung stattgefunden zu haben, da die Probanden bei Abfrage von anderen Positionen mit statischen Elementen ebenso konzentriert ihre Wahrnehmung beschreiben konnten. Dennoch wäre es aufschlussreich, mit dem Versuchsaufbau dieser Studie eine Vergleichsstudie mit einer dynamischen und einer statischen Version der gleichen Webseite durchzuführen, um gezielt herauszufinden, ob Bewegung eine Verbesserung der peripheren Wahrnehmungsleistung oder möglicherweise eine Beeinträchtigung der Fähigkeit, die Aufmerksamkeit zu verschieben, verursacht.

6.1.5 Effekte aus Einzelbeobachtungen

Die in diesem Abschnitt erläuterten Effekte basieren größtenteils auf Wahrnehmungsleistungen einzelner Probanden, die aber, vor allem aufgrund der zugehörigen Aussagen der Probanden, zu interessanten Schlüssen führen. Bei den präsentierten Schlussfolgerungen handelt es sich lediglich um Vermutungen, die mit dieser Studie nicht hinreichend belegt werden können.

6.1.5.1 Projektion von erinnerten Farben

Die Überprüfung der Farbwahrnehmung des Webseiten-Logos der Seite *auswaertiges-amt.de* ermöglicht keine eindeutige Aussage, gibt aber Anlass zur Spekulation (siehe Abbildung 48, S. 99).

Beobachtung: Insgesamt gaben 4 von 12 Probanden an, die Farben Rot und Gelb bei der mittleren Exzentrizität von 19° wahrnehmen zu können. 3 der 4 Probanden kannten das Logo bereits vor der Studie. 2 von ihnen hatten die Webseite vor weniger als sechs Monaten besucht. 2 der 4 Probanden, die erklärten, die Farben wahrnehmen zu können, äußerten allerdings, dass sie die Farben zunächst meinten gesehen zu haben, sie aber zu einem späteren Zeitpunkt bei Konzentration nicht mehr wahrnehmen konnten. Sie erklärten, dass sie sich nicht sicher seien, ob sie die Farben wirklich wahrnehmen oder nur meinen würden sie wahrzunehmen, da sie das Logo kennen. Das Logo war 4 weiteren Probanden bekannt, diese gaben an, keine Farben wahrnehmen zu können, sondern lediglich zu erkennen, dass die Elemente schwarz oder dunkel seien. Ein weiterer Proband, dem das Logo nicht bekannt war, gab jedoch ebenfalls an, die Farben Rot und Gelb erkannt zu haben.

²² Dabei wäre es möglich, dass das veränderte Verhalten der Ausblend-Funktion des Versuchsaufbaus bei einigen Probanden zu einer Ablenkung führte, die die verzögerte Wahrnehmung der Bewegung verursacht haben könnte.

²³ Während der Durchführung hatten die Probanden keinen Zugang zu Eingabegeräten.

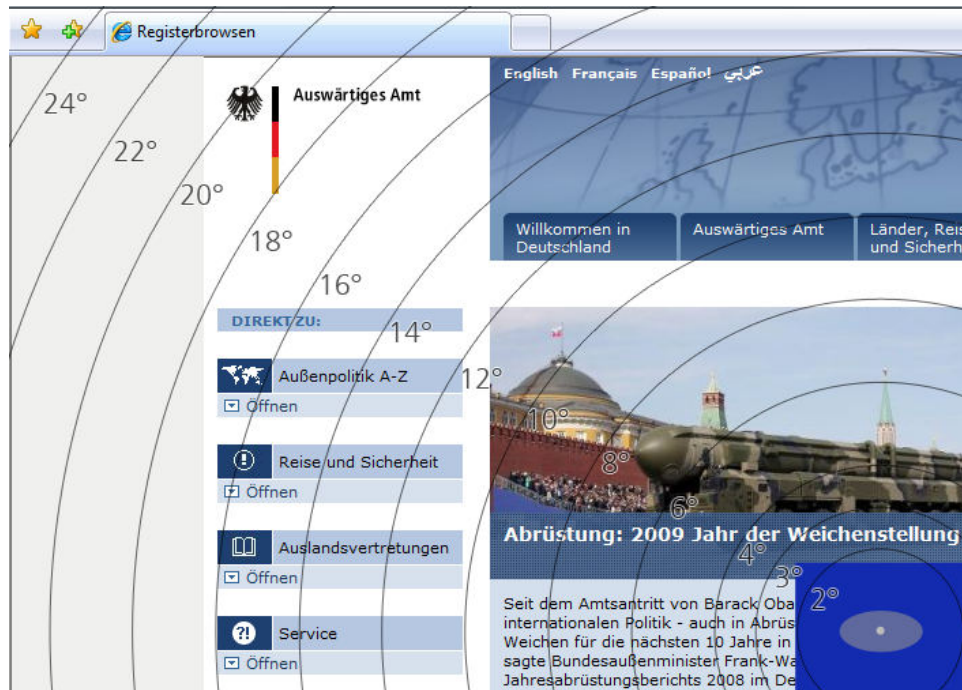


Abbildung 48: Logo des Auswärtigen Amtes, auswaertiges-amt.de, 17-20,5°, Ø Ex. 18,8°, B x H des farbigen Balkens: 0,2 x 2,6° / 5 x 79 px / 0,13 x 2,08 cm

Interpretation: Aufgrund der hohen Exzentrizität und der kleinen Fläche eines einzelnen Farbfeldes von 26 x 5 px (B x H: 0,9 x 0,2° / 0,7 x 0,1 cm) ist das Erkennen der Farben in Anbetracht der sonstigen Erkennungsleistungen im Rahmen dieser Studie eher als unwahrscheinlich einzustufen. Für die Möglichkeit einer Erkennung würde hingegen der große Weißraum um das Logo bzw. die Farbfächen sprechen, der, wie in Abschnitt 6.1.5.2 erläutert, zu einer Art Vergrößerung des Elements führen könnte.

Die stark voneinander abweichenden Aussagen der Probanden lassen keine eindeutigen Schlüsse zu, jedoch sind die Aussagen der zwei Probanden über die Unsicherheit bezüglich ihrer eigenen Wahrnehmung Anlass für eine Hypothese: Möglicherweise existiert in der visuellen Wahrnehmung ein Mechanismus, der in die Form eines bekannten Objekts die in der Erinnerung gespeicherte Farbe hinein projiziert, wenn dessen Form zwar erkennbar, jedoch seine Farbe zum Zeitpunkt der Wahrnehmung nicht (präzise) identifizierbar ist. Die in Abschnitt 6.1.1 erläuterte Beobachtung bezüglich der Farbwahrnehmung des T-Mobile Werbebanners könnte diese Hypothese stützen. Im Fall des Werbebanners könnte die Erkennung des Mobiltelefons in Verbindung mit der Bekanntheit der charakteristischen Corporate-Design-Farbe dazu geführt haben, dass die peripher wahrgenommene Grundfarbe Rot als Magenta interpretiert wurde (siehe Abbildung 30, S. 78).

6.1.5.2 Vergrößerte Wahrnehmung durch Weißraum

In Abschnitt 6.1.3 wird deutlich, dass ein nicht ausreichender Weiß- bzw. Freiraum um ein Element dessen periphere Wahrnehmung erschwert oder in manchen Fällen sogar verhindert. Eine Wahrnehmungsleistung auf x-equals.com/blog legt die Vermutung nahe, dass ein großer Weißraum um ein Element dessen Wahrnehmung nicht nur fördert, sondern es bei peripherer Betrachtung sogar größer erscheinen lassen kann, als es real ist. Die Suchfunktion ist im oberen rechten Bereich der

Seite platziert und weist zu allen umliegenden Elementen eine Distanz von mindestens 50 px ($1,6^\circ$ / 1,3 cm) auf (siehe Abbildung 49).

Beobachtung 1: Während 7 von 12 Probanden das Eingabefeld und 8 von 12 Probanden den Text darin primär aufgrund des geringen Kontrasts nicht wahrnehmen konnten, waren 9 von 12 Probanden in der Lage, das Lupensymbol grundsätzlich wahrzunehmen (siehe Abbildung 49). 6 Probanden konnten es zudem als Lupe identifizieren. Da das Lupensymbol lediglich 21 px ($0,7^\circ$ / 0,6 cm) im Durchmesser (von links oben nach rechts unten) misst und es bei 18° Exzentrizität positioniert ist, ist diese Erkennungsleistung im Vergleich zu allen anderen recht auffällig. Ein Proband äußerte, während er seine Wahrnehmung beschrieb, dass ihm das Lupensymbol für einen Button ungewöhnlich groß vorkomme. Als die Größenwahrnehmung bei einem anderen Probanden gezielt abgefragt wurde, schätzte dieser die Größe des peripher wahrgenommenen Lupensymbols auf ca. 1 cm. Als er sich die Webseite später in normaler Sicht anschauen konnte, bestätigte er, dass ihm das Symbol peripher deutlich größer erschienen sei.

Interpretation 1: Dieser Schätzwert liefert nur einen sehr groben Anhaltspunkt, dennoch wird durch den Vergleich in Abbildung 49 zwischen der Originalgröße und der geschätzten Größe deutlich, dass die peripher wahrgenommenen Maße möglicherweise deutlich größer erschienen, als die realen bzw. foveal wahrgenommenen Maße.

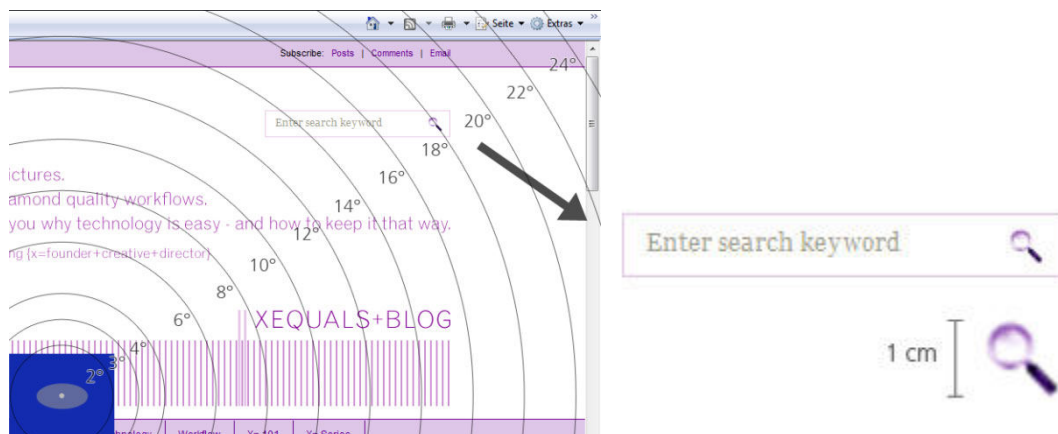


Abbildung 49: Lupensymbol auf x-equals.com/blog in Originalgröße und in der von einem Probanden geschätzten Größe, 18°

Eine weitere erstaunliche Erkennungsleistung, die die gleiche Ursache haben könnte, konnte auf *auswaertiges-amt.de* beobachtet werden.

Beobachtung 2: Dort konnten 6 von 12 Probanden erkennen, dass sich bei 18° Exzentrizität Text befindet (siehe Abbildung 48, S. 99). Der Schriftzug ist in einer Schrifthöhe von 10 px ($0,3^\circ$ / 0,3 cm) gesetzt und 94 px ($3,1^\circ$ / 2,5 cm) breit.

Übergreifende Interpretation: Falls dieser Vergrößerungseffekt tatsächlich existiert, könnte er dadurch begründet sein, dass die Sehzellen der Retina an einer ganz bestimmten Position einen Reiz wahrnehmen, der aber nur eine kleine Stimulationsfläche einnimmt und von einer großen Fläche umgeben ist, die keinen spezifischen Reiz hervorruft. Diese größere Fläche ohne spezifischen Reiz wäre im Fall einer Webseite ihr normaler weißer Hintergrund, der sich bei entsprechender Gestaltung großflächig um ein Element anordnet. Falls zwischen dem weißen Hintergrund und dem Element, das den Reiz auslöst, ein ausreichender Kontrast vorhanden ist, wird dieser Reiz womöglich

intensiver interpretiert, da er von einer großen Fläche ohne Reize umgeben wird. Der Reiz würde sozusagen vergrößert, da um ihn herum nichts wahrgenommen werden kann. Diese Interpretation würde möglicherweise mit der Funktionsweise der sogenannten rezeptiven Felder in der Retina korrespondieren (vgl. Goldstein, 2008, S. 60; Schandry, 2006, S. 250). Da deren Aufbau und Funktionsweise den Umfang dieser Arbeit deutlich erweitern würde, werden sie hier nicht weiter erläutert.

6.1.5.3 Wahrnehmung von Abständen als Trennlinien

Beobachtung: Die horizontale Navigation auf *auswaertiges-amt.de* konnten 11 von 12 Probanden als solche erkennen (siehe Abbildung 50). 10 der 11 Probanden gaben als Identifikationsmerkmal den wahrgenommenen Text sowie die „weißen Trennlinien“ an. Nur 1 der 11 Probanden erklärte, einzelne Schaltflächen wahrzunehmen.

Interpretation: Die Aussagen der Probanden lassen vermuten, dass in der peripheren Wahrnehmung der Kontrast, den die hellblaue Farbe der Hintergrundfläche erzeugt, dominanter wahrgenommen wird als die rechteckige Form eines einzelnen Reiters.

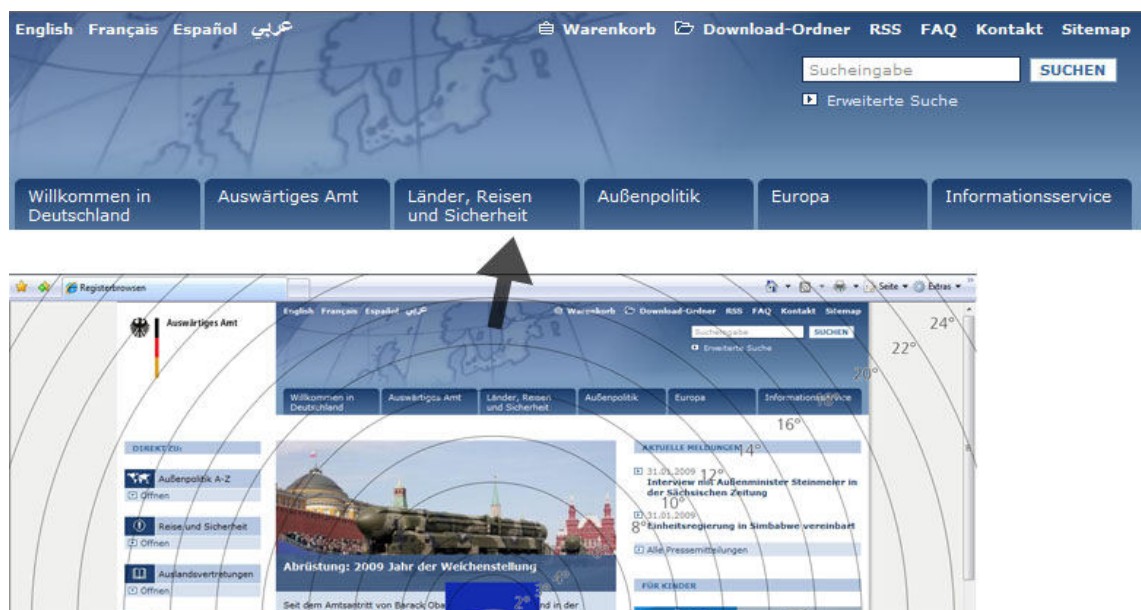


Abbildung 50: Horizontale Navigation auf *auswaertiges-amt.de*, dunkelblaue Reiterleiste: 9-19°, Ø Ex. 14°, Distanz zwischen zwei Reitern: 0,1° / 3 px / 0,08 cm

6.1.6 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die stärkste Einschränkung der peripheren Sehqualität auf Webseiten offenbar durch die im Vergleich zur Fovea geringere räumliche Auflösung erfolgt. An peripheren Positionen, wo Grundfarbtöne und Formen theoretisch noch erkannt werden könnten, sorgen oftmals zu niedrige Distanzen zwischen den einzelnen Elementen und Elementbestandteilen dafür, dass eine Identifikation nicht möglich ist oder bestimmte Elemente gar nicht wahrgenommen werden. Dadurch wird deutlich, dass Weißraum bzw., im Fall einer anderen Hintergrundfarbe, Freiraum um ein Element von großer Bedeutung ist, da er die grundsätzliche Wahrnehmung, wie auch die Identifikation von Form und Farbe positiv beeinflussen kann. Darüber hinaus kann auf

Basis der Erkenntnisse zu Farben und Kontrasten festgehalten werden, dass zur peripheren Wahrnehmung einer Farbfläche vermutlich ein gewisser Mindestkontrast gegeben sein muss. Dieser steigt mit zunehmender Exzentrizität. Grundsätzlich lässt sich schlussfolgern, dass große Maße, ein hoher Kontrast zur Umgebungsfarbe und ausreichend hohe Distanzen zu umgebenden Objekten die Wahrnehmung eines Elements in der Peripherie fördern.

6.2 Objekterkennung

6.2.1 Texterkennung

Die Präsenz von Text (und nicht dessen Inhalt) wurde im Rahmen dieser Studie bis maximal 18° Exzentrizität erkannt (siehe dazu auch Abschnitt 6.1.5.2). Die Identifikation eines Elements als Text oder Schriftzug funktionierte an allen Positionen der Webseiten, insofern ein ausreichender Kontrast und ein genügend großer Freiraum um den Text vorhanden waren. Da die Probanden aufgrund ihres fachlichen Hintergrunds überwiegend Vorwissen über Schrifttypen besitzen, wurde teilweise bis 14° Exzentrizität der Schrifttyp eines wahrgenommenen Schriftzuges noch benannt.

Übergreifende Interpretation: Text wird, sobald keine einzelnen Buchstaben mehr erkennbar sind, laut den Aussagen der Probanden lediglich anhand der Form erkannt. Ein oder mehrere parallel zueinander angeordnete Balken, welche horizontal ausgerichtet sind, werden als Text interpretiert, insofern sie die für Text typische, leicht unregelmäßige Struktur aufweisen.

Erfolgreiche Texterkennung

Beobachtung: Die Wortmarke auf *berlinonline.de/berliner-zeitung* (siehe Abbildung 64, S. 122) konnte bei einer mittleren Exzentrizität von 9,5° und einer Schrifthöhe von durchschnittlich 35 px (1,1° / 0,9 cm) von allen Probanden als Fraktur-Schrift identifiziert werden. Auf *x-equals.com/blog* wurde eine Überschrift bei 14° mittlerer Exzentrizität bei einer Schrifthöhe von 20 px (0,7° / 0,5 cm) noch als Serifenschrift erkannt. Ebenfalls äußerten die Probanden häufig, ob es sich um in Versalien, also Großbuchstaben, gesetzte Schrift handelt oder nicht, was sie an der Regelmäßigkeit der Form erkennen konnten.

Nicht erfolgreiche oder erschwerte Texterkennung

Wo die periphere Erkennung von Textpräsenz an ihre Grenzen stößt, zeigt folgendes Beispiel auf *berlinonline.de/berliner-zeitung*.

Beobachtung 1: Die im oberen Werbebanner abgebildete „Skyline“ (12-21°, Ø Ex. 16,5°) wurde von 7 von 12 Probanden nicht als solche erkannt (siehe Abbildung 64, S. 122). 4 von 7 Probanden interpretierten die unregelmäßige Struktur als Text in weißer oder gelber Farbe.

Interpretation 1: Da von der „Skyline“ peripher offenbar nur eine unregelmäßige helle Struktur auf dunklem Hintergrund erkennbar war, verwechselten 4 Probanden dies mit Text. Dadurch wird deutlich, dass Text bei hohen Exzentrizitäten vermutlich nur noch an der Form erkannt werden kann.

Beobachtung 2: Die typografische Gestaltung eines Elements auf *x-equals.com/blog* verursachte Unsicherheit bei den Probanden (siehe Abbildung 51, S. 103). Hier wurde anfangs von 4 der 12

Probanden die Vermutung geäußert, es könne sich um eine so genannte "Tag Cloud" handeln, da die einzelnen Wörter möglicherweise unterschiedlich groß wären. Die Probanden konnten, trotz der relativ niedrigen Exzentrizität, nicht mit Sicherheit feststellen, wie der Text formatiert und aufgebaut ist.

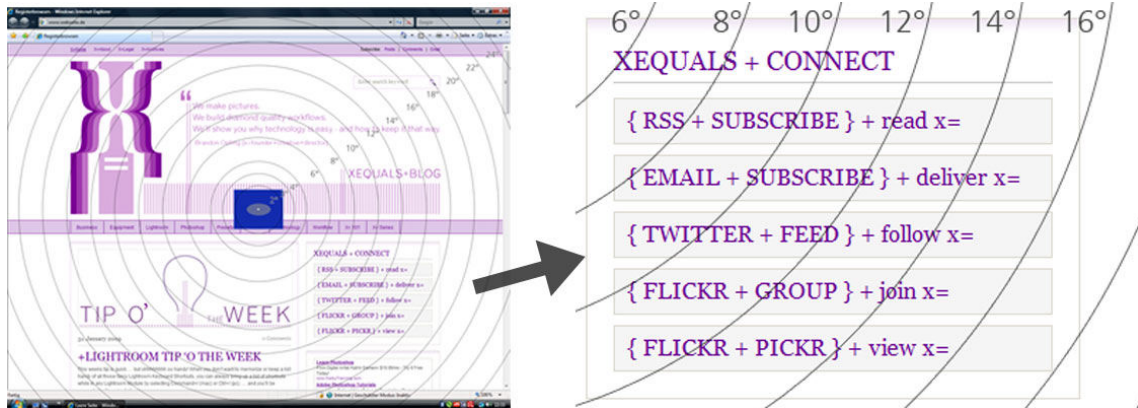


Abbildung 51: Text-Element auf x-equals.com/blog, Schrifthöhe der Großbuchstaben oben: 0,4° / 13 px / 0,34 cm

Interpretation 2: Alle Probanden waren sich unsicher, welchen Zweck das Element hat, da der Vergleich mit bekannten Mustern kein eindeutiges Ergebnis liefern konnte. Es wird deutlich, dass die Abweichung von normalen Schriftparametern auf Webseiten – durch ausgeprägte Serifenschrift, durch mathematische Symbole sowie durch eine Vermischung von Wörtern in Versalien und Wörtern in Kleinbuchstaben – eine Unsicherheit beim Betrachter verursachen kann.

6.2.2 Lesen

Da das Fixationsrechteck den Bereich der fovealen Sicht vollständig abdeckt, war es den Probanden nicht möglich, im eigentlichen Sinne zu lesen (vgl. Rayner & Bertera, 1979; Rayner, 1998). Die Sehschärfe und auch die räumliche Auflösung nehmen zwar außerhalb der Fovea zunehmend ab, jedoch konnten die Probanden oftmals die Anfangs- und Endbuchstaben von Wörtern mit relativ niedriger Exzentrizität oder großer Schriftgröße noch erkennen.

Übergreifende Interpretation: Die Probanden formulierten ihre Aussagen bezüglich der Buchstaben und Zahlen, die sie erkennen konnten, in den meisten Fällen als Vermutungen. Daraus lässt sich schließen, dass sie anhand der Form Ähnlichkeiten mit bekannten Zeichen feststellen konnten, die Detailwahrnehmung aber nicht mehr ausreichte, um sicher ein bekanntes Zeichen zu identifizieren.

Äußere Zeichen erkennbar, mittlere Zeichen fließen ineinander

Übergreifende Beobachtung: Bei Abfrage der Lesbarkeit von Wörtern oder Zahlen waren die Probanden häufig in der Lage, das erste und teilweise auch das letzte Zeichen zu erkennen, äußerten aber, dass die Zeichen dazwischen nicht zu erkennen seien, da sie ineinander flössen.

Übergreifende Interpretation: Da ähnliche Aussagen bei anderen aneinander angrenzenden Elementen oder Elementbestandteilen gemacht wurden (siehe Abschnitt 6.1.3), liegt die Vermutung nahe, dass auch bei der peripheren Erkennung von Worten das begrenzte räumliche Auflösungsvermögen verhindert, dass die Buchstabenformen in der Wortmitte erkannt werden. Offenbar kön-

nen die Anfangs- und Endbuchstaben deutlich besser wahrgenommen werden, da sie von einem größeren Freiraum umgeben sind.

Erkennung von Zahlen

Die Aussagen der Probanden zu den Prozentzahlen und Preisen auf *santander.de* und *hirschille.de/hishop1* machen dies deutlich (siehe Abbildung 52).²⁴

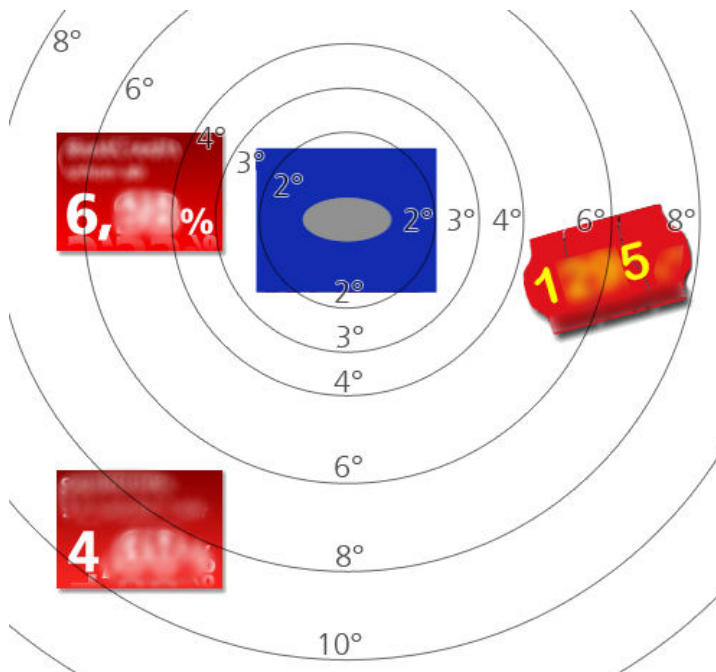


Abbildung 52: Erkennung von Zahlen auf *santander.de* (links) und *hirschille.de/hishop1* (rechts)⁶

Beobachtung: Bei der oberen Prozentzahl auf *santander.de* („6,98%“, Zeichenhöhe: 1° / 30 px / 0,8 cm) konnten 10 von 11 Probanden die erste Ziffer sicher als eine „6“ identifizieren, die zweite Ziffer wurde mit „8 oder 9“ beschrieben. 7 von 12 Probanden gaben an, dass die Zahl zweistellig sei, 3 von 12 Probanden waren sich unsicher, ob es sich um zwei oder drei Ziffern handelt. Das Prozentzeichen (Zeichenhöhe 0,6° / 19 px / 0,5 cm) konnten wiederum 11 von 12 Probanden sicher identifizieren. Die untere Prozentzahl („4,60%“, Zeichenhöhe: 1° / 30 px / 0,8 cm) liefert ein ähnliches Ergebnis. Während 10 von 12 Probanden die erste Ziffer als eine „4“ erkennen konnten, war es keinem Probanden möglich zu bestimmen, ob es sich um zwei oder drei Ziffern handelt. Den vierstelligen Preis „1295,-“ (Zeichenhöhe 0,9° / 26 px / 0,7 cm) auf *hirschille.de/hishop1* konnte ebenfalls kein Proband vollständig korrekt erkennen. 7 von 10 Probanden erkannten entweder die Anfangs- oder die Endziffer richtig, aber niemand konnte die Anzahl der Ziffern bestimmen.

Interpretation: Wie diese Wahrnehmungsleistungen auf *santander.de* und *hirschille.de/hishop1* verdeutlichen, scheint durch das Zusammenfließen der mittleren Zeichen einer Zahl deren Ziffernanzahl schwer erkennbar zu sein. Dass diese Tatsache offenbar auch auf Wörter zutrifft, zeigt folgendes Beispiel.

²⁴ Die auf den folgenden Abbildungen selektiv angewendete Unschärfe-Maske soll die Wahrnehmung der Probanden verdeutlichen. Die Darstellung entspricht nicht der realen peripheren Wahrnehmung und ist lediglich aufgrund der Erkennungsleistungen und Aussagen der Probanden gestaltet.

Erkennung von Wörtern

Beobachtung: Auf hirschille.de/hishop1 meinten 5 von 12 Probanden relativ sicher das Wort „Office“ (Zeichenhöhe des „O“: 1,4° / 43 px / 1,1 cm) erkennen zu können (siehe Abbildung 53). 4 von 12 Probanden konnten das korrekte Wort „Offensive“ anhand der Anfangs- und Endbuchstaben sowie anhand des Wortbildes erkennen.

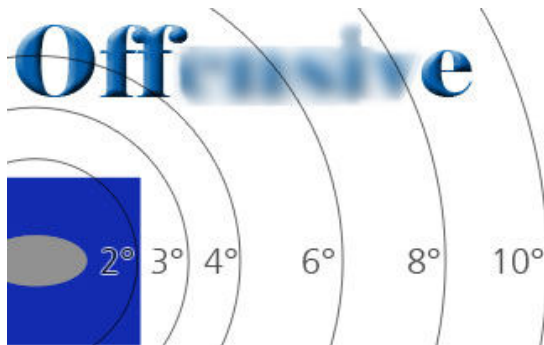


Abbildung 53: Falsche Einschätzung der Wortlänge, hirschille.de/hishop1⁶

Interpretation: Der Irrtum der fünf Probanden, die meinten „Office“ erkannt zu haben, deutet darauf hin, dass wiederum der Wortanfang und das Wortende, sowie das etwas herausragende „i“ wahrgenommen werden konnten. Offenbar war es den Probanden jedoch nicht möglich, die Wortlänge genau zu bestimmen. Hätten die fünf Probanden die Wortlänge deutlich erkennen können, wäre ihnen womöglich aufgefallen, dass das abgebildete Wort (um drei Zeichen) länger ist als „Office“.

Extremwerte

Beobachtung: Die höchste Exzentrität, bei der mehr als die Hälfte der Probanden noch eine Buchstabenform erkennen konnte, beträgt 17°. Der rote Anfangsbuchstabe „A“ der Wortmarke auf abacho.de wurde von 7 von 12 Probanden identifiziert (siehe Abbildung 42, S. 92). Seine Höhe beträgt 60 px (2° / 1,6 cm). Der kleinste Buchstabe, der von der Hälfte der Probandengruppe korrekt erkannt wurde, ist der erste Buchstabe „P“ des Wortes „Presets“ in der horizontalen Navigation auf x-equals.com/blog (siehe Abbildung 58, S. 113). Er befindet sich bei 3,5° Exzentrität und ist 9 px (0,3° / 0,2 cm) hoch.

6.2.3 Personen und Gesichter

Die Erkennung von Personen und Gesichtern funktionierte im Rahmen dieser Studie bei Exzentritäten bis zu 18°. Nicht nur die Größe der Abbildung, sondern auch die Perspektive, in der eine Person abgebildet ist, der Ausschnitt, der von ihrem Gesicht zu sehen ist und ihre Kleidung beeinflussen die grundsätzliche Wahrnehmung sowie die Erkennung des Geschlechts. Bei den nun folgenden Beispielen wird jeweils der ungefähre Durchmesser des Kopfes der abgebildeten Person angegeben, um einen Anhaltspunkt für Vergleiche zu bieten.

Wiedererkennung einer zweifach abgebildeten Person nicht möglich

Beobachtung: Auf *berlinonline.de/berliner-zeitung* konnten alle Probanden auf Anhieb die Bundeskanzlerin Angela Merkel identifizieren (siehe Abbildung 54). Bei einer mittleren Exzentrizität von $8,5^\circ$ ($5\text{--}12^\circ$) und einem Kopfdurchmesser von 234 px ($7,7^\circ$ / $6,2$ cm) war das Foto das erste Element, was den Probanden auf der Webseite auffiel. Dass die Bundeskanzlerin auf dem Foto in der linken unteren Ecke der Seite nochmals abgebildet ist, konnte hingegen kein Proband erkennen (Exzentrizität $17,5^\circ$; Kopfdurchmesser: 2° / 60 px / $1,58$ cm). 9 von 12 Probanden konnten feststellen, dass auf dem Foto zwei Personen abgebildet sind. 3 Probanden waren sich unsicher, ob es sich um zwei oder drei Personen handelt. Das Geschlecht der linken Person konnten 7 von 12 Probanden als männlich erkennen, 4 Probanden konnten das Geschlecht nicht benennen und 1 Proband meinte, eine Frau erkennen zu können. Als Anhaltspunkt wurden die dunkle, offiziell wirkende Kleidung und die kurzen Haare genannt. Das Geschlecht der rechten Person gab die Hälfte der Probanden als männlich an, Anhaltspunkt war ebenfalls die Kleidung. 4 Probanden konnten das Geschlecht nicht benennen und lediglich 2 vermuteten ein weibliches Geschlecht aufgrund der voluminöseren Frisur.



Abbildung 54: Die gleiche Person in zwei verschiedenen Größen und Exzentrizitäten abgebildet, *berlinonline.de/berliner-zeitung*

Interpretation: Die Detailwahrnehmung reicht bei dieser Exzentrizität ($14\text{--}20^\circ$) offenbar nicht mehr aus, um eine bekannte und auf der gleichen Webseite bereits identifizierte Person nochmals zu

erkennen. Es dürfte erschwerend hinzu kommen, dass die rechte Person nicht aus einer frontalen Perspektive, sondern im Profil dargestellt ist, wodurch unter anderem nicht mehr beide Augen sichtbar sind. Zudem wird deutlich, dass die Kleidung und die Frisur wichtige Identifikationsmerkmale darstellen.

Übersehen einer Person

Beobachtung: Auf *videobuster.de* sahen 8 von 12 Probanden zunächst nur die linke Person (siehe Abbildung 55, Kopfdurchmesser: links $2,6^\circ$ / 80 px / 2,1 cm, rechts $2,1^\circ$ / 65 px / 1,7 cm). 3 der 8 korrigierten ihre Aussage nach Konzentration auf zwei Personen, insgesamt erkannten 7 von 12 Probanden, dass zwei Personen abgebildet sind. 11 von 12 Probanden konnten die linke Person schnell als Frau erkennen. Obwohl die abgebildete Schauspielerin Angelina Jolie allen Probanden bekannt ist, konnten sie nur zwei Probanden identifizieren. 5 der 7 Probanden, die in der Lage waren, zwei Personen wahrzunehmen, erkannten die rechte Person als Mann.



Abbildung 55: Perspektive und enge Anordnung erschweren Wahrnehmung von Personen, videobuster.de

Interpretation: Diese unregelmäßigen Wahrnehmungsleistungen lassen mehrere Schlüsse zu: Die frühere Wahrnehmung der Frau ist vermutlich auf die relativ großflächig sichtbare Haut zurückzuführen, die sowohl einen starken Kontrast erzeugt, als auch auf eine Person hinweist. Zudem ermöglichen die gut sichtbaren Attribute „lange Haare“ und „rote Lippen“ eine Identifikation als Frau. Die Kommentierung der Probanden weist darauf hin, dass die Kleidung des rechts abgebildeten Mannes eher der Frau zugeordnet wurde, da deren Kleidung kaum sichtbar ist. Während dies bei fovealer Betrachtung nicht möglich erscheint, war die Erkennung der Perspektive bzw. Anordnung der Personen peripher für die meisten Probanden nicht erkennbar. Somit wurde geäußert, dass die Frau dunkle Kleidung und eventuell einen Umhang trage. Die niedrige Erkennungsrate der männlichen Person ist allerdings auch damit zu begründen, dass ihr Haaransatz nicht sichtbar ist,

welcher offenbar ein wichtiges Identifikationsmerkmal darstellt (vgl. Goldstein, 2008, S. 399). Folgendes Beispiel unterstützt diese Vermutung.

Erschwerte Erkennung des Geschlechts

Beobachtung: Während auf der Webseite *auswaertiges-amt.de* 11 von 12 Probanden am rechten Seitenrand bei 13° Exzentrizität einen Menschen erkennen konnten, sind davon nur 5 Probanden in der Lage, diesen als Frau zu identifizieren (siehe Abbildung 56, S. 109; Kopfdurchmesser 1,7° / 52 px / 1,4 cm). Der Anhaltspunkt für das weibliche Geschlecht war bei 2 Probanden das Kopftuch, die anderen 3 Probanden konnten dieses hingegen nicht erkennen und auch keinen anderen konkreten Anhaltspunkt für ein weibliches Geschlecht nennen. Die rechts im Hintergrund des Fotos abgebildete Frau (15,5°) wurde von keinem Probanden wahrgenommen.

Interpretation: Auch hier tragen möglicherweise der nicht sichtbare Haaransatz bzw. die vollständig verdeckten Haare zu einer erschwerten Erkennung bei. Die 6 von 12 Probanden, die die Person nicht als Frau erkannt haben, nannten auch nicht das männliche Geschlecht, sondern konnten es gar nicht benennen. Auch diese Tatsache weist darauf hin, dass in der peripheren Sicht die Frisur und die Kleidung einer Person die wichtigsten Identifikationsmerkmale sind, da die Detailauflösung in den meisten Fällen nicht ausreicht, um anhand der Gesichtszüge das Geschlecht zu erkennen.

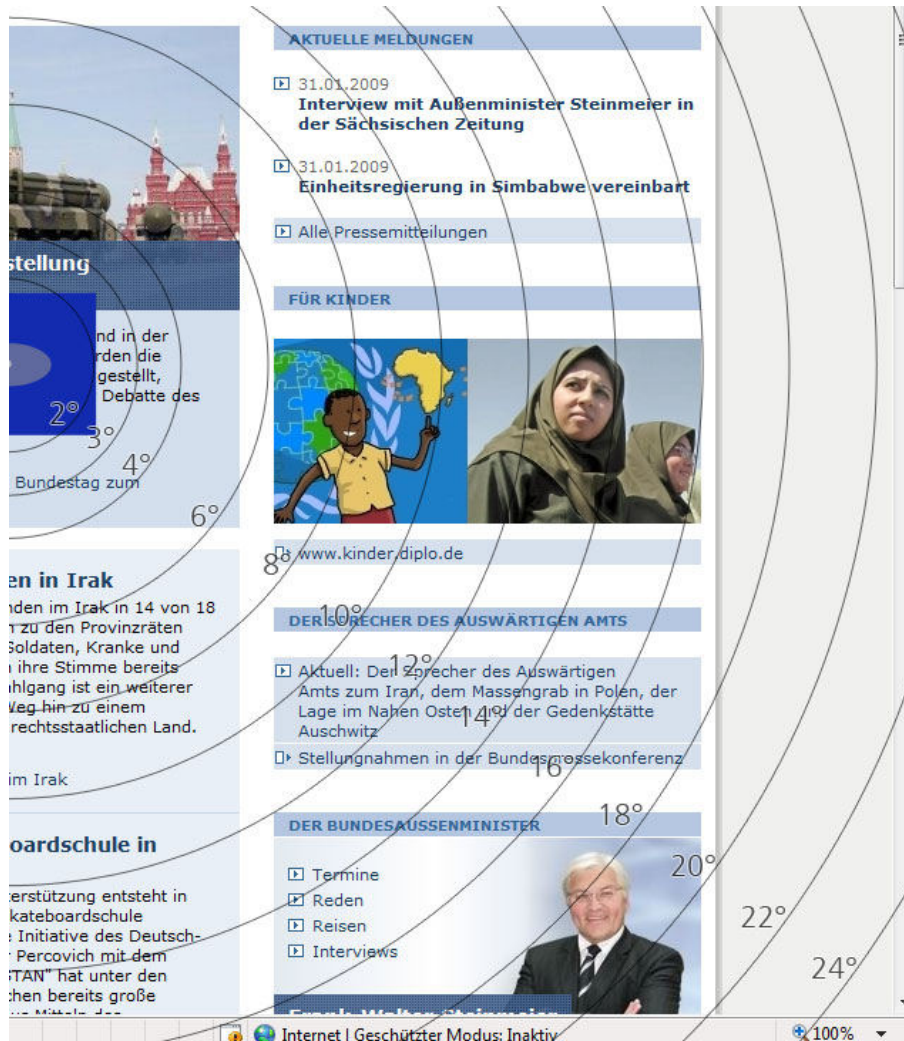


Abbildung 56: Personenfotos auf auswaertiges-amt.de

Personenerkennung bei hoher Exzentrizität

Beobachtung: In der unteren rechten Ecke der Webseite *auswaertiges-amt.de* befindet sich ein weiteres Personenfoto (siehe Abbildung 56; Kopfdurchmesser 1,9° / 59 px / 1,6 cm). 9 von 12 Probanden konnten dort bei einer Exzentrizität von 18° noch eine Person ausmachen; dass es sich um einen Mann handelt, erkannten 7 Probanden. Als Anhaltspunkte wurden die Kleidung, in der ein Anzug vermutet wurde, sowie die Frisur, die als weiße Haare oder Glatze wahrgenommen wurde, genannt. Ein Proband äußerte, dass es ein Mann mit weißen Haaren, aber auch eine blonde Frau sein könnte. Ein anderer Proband vermutete in der Person am ehesten ein Kind. Kein Proband konnte erkennen, dass es sich bei der Person um den deutschen Außenminister Frank Walter Steinmeier handelt, obwohl er allen Probanden bekannt ist.

Interpretation: Die beiden letzten Kommentierungen machen deutlich, dass die Detailwahrnehmung bei dieser Exzentrizität nicht mehr ausreicht, um eine Person auf einem entsprechend kleinen Bild zu identifizieren.

Verdeckte Identifikationsmerkmale erschweren Geschlechtserkennung

Die Erkennungsleistungen der Probanden auf *santander.de* weisen, wie einige der bereits genannten Beispiele, darauf hin, dass der Haaransatz ein wichtiges Merkmal zur Erkennung des Geschlechts sein könnte (siehe Abbildung 46, S. 96).

Beobachtung: Die bei 9° mittlerer Exzentrizität dargestellte Frau (Kopfdurchmesser 3,3° / 100 px / 2,6 cm) konnten zwar alle Probanden als Person erkennen, doch waren 8 von 12 Probanden nicht in der Lage, sie auch als Frau zu identifizieren. 3 der 8 Probanden vermuteten in der Person ein Kind oder ein Baby, als Anhaltspunkt wurde das als besonders rund wahrgenommene Gesicht genannt. 5 der 9 Probanden konnten Alter und Geschlecht nicht bestimmen und auch keine Vermutung äußern. 4 der 12 Probanden war es möglich, die Person als Frau zu identifizieren – als Anhaltspunkte wurden die roten Lippen, die blonden Haare und die feineren Gesichtszüge genannt. 2 der 4 Probanden erkannten die Frau ausschließlich anhand des letztgenannten Merkmals.

Interpretation: Da das Bild der Person über ausreichend Kontrast zur Umgebung verfügt, relativ groß ist, bei einer noch eher niedrigen Exzentrizität positioniert und zudem frontal fotografiert ist, liegt im Vergleich mit den anderen Erkennungsleistungen von Gesichtern die Vermutung nahe, dass hier andere Faktoren ausschlaggebend sind. Zwar konnten 10 von 12 Probanden erkennen, dass die Person eine Mütze auf dem Kopf trägt, doch verdeckt diese den Haaransatz der Person. Hinzu kommt, dass die sichtbaren Haare einen niedrigen Kontrast zur Hautfarbe der Person aufweisen und dadurch peripher offenbar nicht für jeden Probanden wahrnehmbar waren. Ein weiterer Faktor, der die Erkennung möglicherweise erschwert haben könnte, sind die beinahe geschlossenen Augen der Person.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die periphere Erkennung von Personen auch bei relativ hohen Exzentrizitäten bis zu 18° noch möglich ist. Bei der Geschlechtserkennung setzt die begrenzte räumliche Auflösung Grenzen, daher werden Merkmale wie die Kleidung, die Frisur oder die Farbe der Lippen herangezogen, da die Erkennung der Gesichtszüge oftmals nicht mehr möglich ist. Ist die Kleidung nicht gut erkennbar oder entspricht in der Kombination mit der Frisur nicht dem entsprechenden Stereotypus, kann die Geschlechtserkennung anhand dieser Kriterien fehlschlagen. Eine wichtige Rolle scheint zudem der Haaransatz zu spielen, denn sobald dieser nicht sichtbar war, traten schlechtere Erkennungsraten auf. Weiterhin lässt sich aus den Ergebnissen schließen, dass die periphere Wahrnehmung nicht ausreicht, um bekannte Personen, die häufig in den öffentlichen Medien zu sehen sind, zu identifizieren.

6.3 Semantische Identifikationsmerkmale von typischen Webseiten-Elementen

Ein zentrales Ziel dieser Studie ist, zu ermitteln, anhand welcher Kriterien Nutzer von Webseiten Elemente peripher identifizieren können. Weiterhin soll festgestellt werden, inwiefern grafische Gestaltung auf die Identifizierung Einfluss nehmen kann.

Folgende Schlussfolgerungen basieren auf den Antworten der Probanden auf die im Befragungsschema verankerten Fragen „Welchen Zweck könnte dieses Element haben?“ und „Woran machen Sie das fest?“. Gegebenenfalls wurde die freie Kommentierung der Probanden hinzugezogen.

6.3.1 Navigationsmenüs

6.3.2 Vertikale Navigationsmenüs

Übergreifende Beobachtung: Alle vertikal angeordneten Navigationsmenüs wurden von allen Probanden als solche identifiziert, die einzige Ausnahme bildet die Seite *hirschille.de/hishop1*.

Übergreifende Interpretation: Das primäre Erkennungskriterium ist eine linksbündig ausgerichtete Liste von einzelnen Wörtern oder kurzen Begriffen, welche sich aus mehreren Wörtern zusammensetzen. Ist diese Liste optisch strukturiert, z.B. durch Trennlinien zwischen den Zeilen, unterschiedlich farbige Flächen, Einrückungen oder Aufzählungssymbole, scheint das die Erkennung als Navigation zu beschleunigen bzw. die erste Vermutung der Probanden, dass es sich um eine Navigation handelt, zu bestätigen und somit deren Urteil abzusichern.

Wenige Kriterien reichen zur Identifikation aus

Beobachtung: Auf *santander.de* konnten 6 von 12 Probanden die Trennlinien zwischen den Zeilen der Navigation nicht wahrnehmen (siehe Abbildung 36, S. 85). Auch diese 6 Probanden identifizierten das Element dennoch korrekt als Navigation.

Interpretation: Sobald die grundlegenden Kriterien für eine vertikale Navigation, also eine erwartungskonforme Position und die typische Auflistung erfüllt sind, ist eine Identifizierung offenbar bereits möglich – auch wenn zusätzliche strukturierende Eigenschaften nicht wahrgenommen werden können.

Ungewöhnliche Position kann verunsichern

Beobachtung: Im Fall von *hirschille.de/hishop1*, wo die einzige Navigation in der rechten unteren Ecke der Seite platziert ist, waren sich 2 von 12 Probanden unsicher, ob es sich um eine Navigation handelt (siehe Abbildung 57, S. 112). Ein weiterer Proband verneinte es mit der Begründung, angesichts der Position könne es sich lediglich um eine Auflistung der am häufigsten verkauften Produkte handeln, aber nicht um eine Navigation.



Abbildung 57: Ungewöhnlich positionierte vertikale Navigation auf hirschille.de/hishop1

Interpretation: Trotz der Verunsicherung dreier Probanden scheint die abweichende Position in diesem Fall die Identifikation als Navigation nicht zu verhindern. Die Aussagen der Probanden weisen in diesem Fall allerdings darauf hin, dass nach dem Ausschlussverfahren gearbeitet wird: Da die Probanden auf *hirsch-ille.de/hishop1* kein anderes Navigationsmenü wahrnehmen konnten, wurde die Navigation an der ungewöhnlichen Position als solche akzeptiert.

6.3.3 Horizontale Navigationsmenüs

Die Erkennungsrate bei den horizontalen Navigationsmenüs gibt ein deutlich differenzierteres Bild ab.

Erkennung trotz ungewöhnlicher Position

Beobachtung: Die horizontale Navigation auf *x-equals.com/blog* wurde als einzige von allen Probanden identifiziert (siehe Abbildung 58, S. 113). Die Probanden zeigten sich verwundert über die ungewöhnliche Position, waren sich aber alle sicher, dass es sich um eine Navigation handelt.

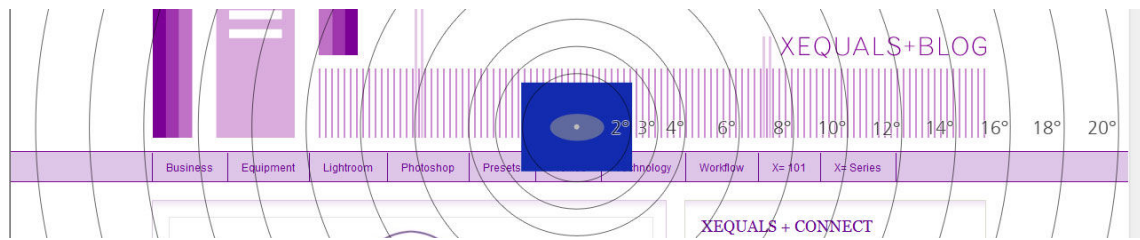


Abbildung 58: Horizontale Navigation auf x-equals.com/blog

Interpretation: Obwohl die Navigation sich entgegen des üblichen Schemas in der vertikalen Mitte der Seite befindet, also auf Höhe des Fixationsrechtecks, konnte sie offenbar zweifelsfrei erkannt werden. Die Anordnung der einzelnen, kurzen Begriffe in angrenzenden Rechtecken scheint zur Identifikation auszureichen. Allerdings greift hier vermutlich auch das Ausschlussverfahren: Da kein anderes Element sichtbar ist, das einer typischen Navigation ebenso oder stärker ähnelt, wird das vorhandene Element als Navigation akzeptiert.

Wahrnehmung von Strukturen für Erkennung hilfreich

Übergreifende Beobachtung: Die horizontalen Menüs der Seiten *auswaertiges-amt.de* (siehe Abbildung 50, S. 101) und *santander.de* (siehe Abbildung 59) wurden jeweils von 11 der 12 Probanden korrekt identifiziert. In den zwei Fällen, in denen die Identifizierung nicht erfolgreich war, konnten die Probanden nicht bestimmen, um was für ein Element es sich handelt. Sie konnten die Präsenz von Text wahrnehmen, aber keine zugehörige Struktur – offenbar war der Kontrast der Trennlinien (*santander.de*) und der Schaltflächen (*auswaertiges-amt.de*) in diesen beiden Einzelfällen nicht ausreichend.



Abbildung 59: Horizontale Navigation, santander.de

Übergreifende Interpretation: Bei der Erkennung von horizontalen Navigationsmenüs sind offenbar folgende Kriterien ausschlaggebend: Es handelt sich um einzelne Wörter oder kurze Begriffe aus mehreren Wörtern, die optisch voneinander abgetrennt sind. Diese Trennung kann entweder durch vertikale Trennlinien erfolgen oder durch Umrahmung jedes einzelnen Textblocks. Durch die Umrahmung entsteht der Eindruck eines Buttons, was für die Probanden die Interaktivität zu unter-

streichen scheint. Zusätzlich ist vermutlich ein im Vergleich zu Fließtexten großer und regelmäßiger Abstand zwischen den einzelnen Textblöcken ein Indikator für eine horizontale Navigation.

Auf *berlinonline.de/berliner-zeitung* ist lediglich das letztgenannte Kriterium, der regelmäßige Abstand, vorhanden. Ober- und unterhalb der Begriffe befindet sich eine Linie, die die Zusammengehörigkeit aller Begriffe demonstriert, die Begriffe selbst sind aber nicht optisch voneinander getrennt (siehe Abbildung 39, S. 88).

Beobachtung: 4 von 12 Probanden waren sich unsicher, welche Funktion der wahrgenommene Text einnimmt. 8 Probanden erkannten die Textblöcke aufgrund der regelmäßigen Abstände und ihrer Vorerfahrung als Navigation. Dabei wurde geäußert, dass sonst keine Navigation sichtbar sei, und daher vermutet werde, dass dies die Navigation sei.

Interpretation: Die Aussagen der Probanden lassen vermuten, dass die fehlende Strukturierung und Hervorhebung der Navigation Unsicherheit bezüglich der Interaktivität des wahrgenommenen Textes erzeugt. Somit scheinen auch hier die Vorerfahrung bezüglich der Position von horizontalen Navigationsmenüs und das Ausschlussverfahren zu greifen.

Anzahl der Reiter relevant

Beobachtung: Die Reiternavigation von *videobuster.de* erkannten nur 3 von 7 Probanden als Navigation (siehe Abbildung 38, S. 87). Generell konnten nur 7 von 12 Probanden an der Position der Navigation etwas wahrnehmen. 5 der 7 Probanden nahmen allerdings nur die beiden ersten Reiter der Navigation wahr. 2 der insgesamt 3 Probanden, die eine Navigation identifizieren konnten, waren in der Lage, zumindest einen Teil der fünf dunkelblauen Reiter wahrzunehmen, die sich rechts an die beiden bereits erwähnten anschließen. Ein Proband urteilte aus Erfahrung, dass es sich um eine Navigation handeln müsse, wobei er sich wunderte, dass sie aus nur zwei Reitern bestehe.

Interpretation: Obwohl die Wahrnehmung dieser beiden Schaltflächen den oben genannten Kriterien für eine horizontale Navigation entspricht, führt ihre vermeintlich geringe Anzahl dazu, dass sie nicht als Navigation identifiziert wurden. Dadurch wird deutlich, dass die Anzahl der Textblöcke ebenfalls als Identifikationsmerkmal genutzt wird.

Erkennung trotz schlechter Wahrnehmbarkeit

Beobachtung: Die horizontale Navigation auf *compuland.de* konnte aufgrund des schlechten Kontrastverhältnisses und des fehlenden Weißraums nur die Hälfte der Probanden korrekt wahrnehmen (siehe Abbildung 40, S. 89). Diese 6 Probanden waren zudem in der Lage, sie als Navigation zu identifizieren.

Interpretation: Da die Navigation den Großteil der in diesem Abschnitt genannten Identifikationsmerkmale erfüllt, war die Erkennung trotz der aufgetretenen Wahrnehmungsprobleme möglich.

6.3.4 Buttons

Das primäre Identifikationsmerkmal für Buttons, oder zu Deutsch „Schaltflächen“, ist eine geometrische Form, wie z.B. ein Rechteck oder ein Oval, welches Text oder ein Symbol umschließt. Die geometrische Form kann durch eine Kontur oder durch eine Fläche definiert sein, die sich von der Hintergrundfarbe absetzt.

Differenzierbarkeit von Buttons und Eingabefeldern

Beobachtung 1: Auf *santander.de* hatten 10 von 12 Probanden Schwierigkeiten, den Button von den beiden darüber liegenden Eingabefeldern zu differenzieren (siehe Abbildung 41, S. 91).

Interpretation 1: Diese Schwierigkeiten liegen zwar vermutlich auch in der hohen Exzentrizität und im geringen Abstand zwischen den Elementen begründet, jedoch fördert die Ähnlichkeit des Buttons zu den Eingabefeldern in Größe und Form höchstwahrscheinlich diese Unsicherheit.

Beobachtung 2: Während auf *auswaertiges-amt.de* 8 von 12 Probanden das Eingabefeld der Suche erkennen konnten, waren davon nur 2 Probanden in der Lage, zusätzlich den Button rechts davon wahrzunehmen, bzw. ihn vom Eingabefeld zu differenzieren (siehe Abbildung 60).



Abbildung 60: Ähnlichkeit von Button und Eingabefeld, auswaertiges-amt.de

Interpretation 2: Für diese niedrige Identifikationsrate ist vermutlich in erster Linie die hohe mittlere Exzentrizität von $17,5^\circ$ verantwortlich. Dennoch ist es wahrscheinlich, dass die große Ähnlichkeit des Buttons zum Eingabefeld die Differenzierung deutlich erschwert. Möglicherweise wäre der Button bei einer vom Eingabefeld stärker abweichenden Gestaltung häufiger erkannt worden.

Beobachtung 3: Auf *abacho.de* konnten alle Probanden den zu den Eingabefeldern gehörigen Button identifizieren (siehe Abbildung 61, S. 116).

Interpretation 3: Der Button ist in Form, Farbe und Größe von den Eingabefeldern abgrenzbar, wodurch die Differenzierung offenbar leichter fällt.

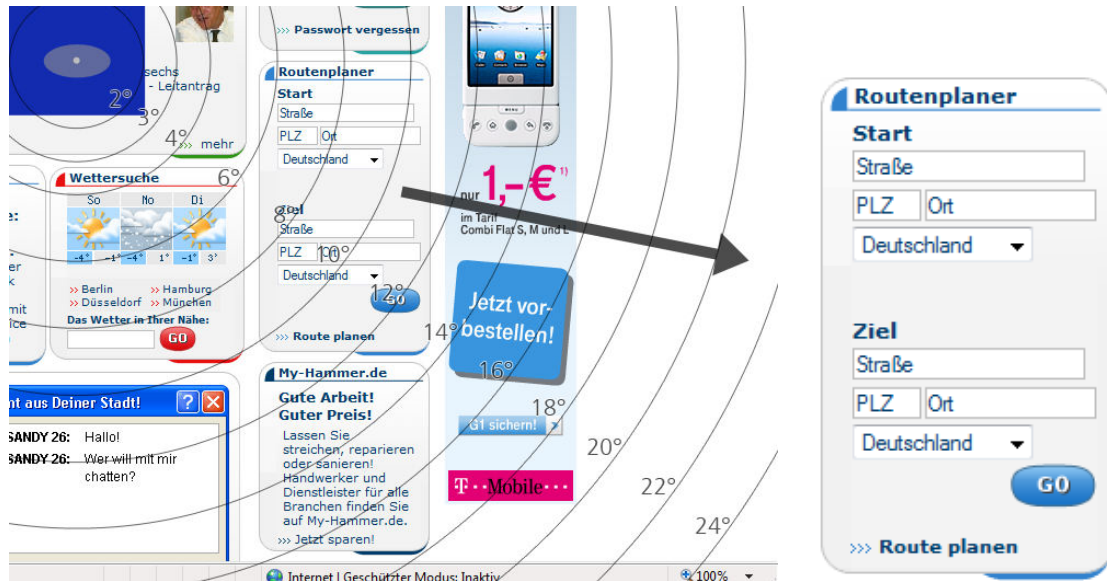


Abbildung 61: Button klar identifizierbar, abacho.de

Weitere Identifikationsmerkmale für Buttons

Übergreifende Interpretation: Durch die Kommentierung der Probanden werden zwei weitere sekundäre Identifikationsmerkmale deutlich: Auf Seite der Probanden besteht die Erwartung, dass ein Button auffällig gestaltet ist – also z.B. durch starke Kontraste oder leuchtende Farben. Ist er das nicht, sind sich die Probanden in ihrem Urteil offenbar weniger sicher. Ein weiteres Kriterium scheint die optische Tiefe zu sein.

Beobachtung: Die Buttons auf *compuland.de* (siehe Abbildung 69, S. 128) und *abacho.de* (siehe Abbildung 61) erzeugen beim Betrachter durch Farbverläufe einen plastischen Eindruck²⁵. Dies konnten die Probanden erkennen.

Interpretation: Sobald die Probanden die Plastizität eines vermeintlichen Buttons wahrnehmen konnten, schien diese Eigenschaft sie in ihrem Urteil zu bestätigen, dass es sich um interaktive Flächen handelt.

Position und Kontext wichtige Identifikationsmerkmale

Übergreifende Interpretation: Wie bei vielen Elementen spielen auch bei Buttons die Position und der Kontext eine ausschlaggebende Rolle.

Beobachtung 1: Der Button mit dem Text „Mehr Infos hier“ auf *berlinonline.de/berliner-zeitung* wurde von 4 von 12 Probanden nicht als Button identifiziert (siehe Abbildung 64, S. 122).

Interpretation 1: Obwohl die Schaltfläche alle Kriterien, wie auffällige Farbe, Text, Farbverlauf und einen Schlagschatten, erfüllt, passt sie für die 4 Probanden offenbar nicht in den Kontext des Werbebanners. Daher wird beispielsweise eine Preisangabe vermutet.

²⁵ Diese grafisch herbeigeführte Plastizität wurde von den Probanden recht häufig wahrgenommen – z.B. auch bei der großen Überschrift „Die ONKYO-Offensive“ auf *hirschille.de/hishop1*. Da diese Eigenschaft nicht gezielt abgefragt wurde, gibt es keine absoluten Angaben zur Nennung.

Beobachtung 2: Der Such-Button auf *x-equals.com/blog* wird lediglich durch ein frei stehendes Lupensymbol repräsentiert (siehe Abbildung 49, S. 100). Er erfüllt keines der bisher genannten Identifikationsmerkmale. Von den 6 Probanden, die die Lupe wahrnehmen und sie als solche erkennen konnten, identifizierten sie nur 4 als Such-Button. Die anderen zwei Probanden nahmen zwar die Lupe wahr, jedoch nicht das zugehörige Eingabefeld.

Interpretation 2: Es wird deutlich, dass die Gestaltung dieses Such-Buttons nicht allein für eine periphere Identifikation ausreicht, sondern dass sein Zweck erst durch den Kontext des umgebenden Suchfeldes erkennbar wird.

6.3.5 Logos

Bei der Betrachtung der Identifikationsmerkmale von Logos wird zwischen dem unmittelbar zur Webseite gehörigen Logo und dem auf der Webseite platzierten, zu einem separaten Unternehmen gehörigen Logo unterschieden.

6.3.5.1 Webseiten-Logos

Übergreifende Interpretation: Die Position scheint für Webseiten-Logos das primäre Identifikationskriterium darzustellen. Die Wahrnehmung eines groß gesetzten Schriftzuges, meistens nur ein oder zwei Wörter in der linken oberen Ecke, reicht für die Identifikation als Logo der Webseite häufig aus.

Fehlende Trennung von anderen Elementen erschwert Logo-Erkennung

Beobachtung: Im Kopfbereich von *videobuster.de* konnten an der Position des Logos nur die Hälfte der Probanden Schrift wahrnehmen, während die andere Hälfte keine Schrift sah oder unsicher war (siehe Abbildung 62). 5 von 12 Probanden konnten den Zweck des Elements nicht feststellen, obwohl 3 von ihnen in der Lage waren, Schrift zu erkennen. Es wurde die Vermutung geäußert, dass es sich um Werbung oder ein illustratives Element handeln könnte. 6 von 12 Probanden identifizierten das Element als Logo, wobei zwei Probanden äußerten, dass sie es jeweils nur anhand der Position und anhand des Farbkonzeptes, welches mit der restlichen Seite übereinstimme, erkannt hätten.



Abbildung 62: Kopfbereich der Webseite videobuster.de

Interpretation: Das Beispiel *videobuster.de* macht deutlich, dass eine Vermischung des Webseiten-Logos mit anderen grafischen Elementen und weiteren Inhalten im Kopfbereich der Seite zu einer

schlechteren peripheren Identifikationsrate führen kann. Aufgrund der Äußerungen der Probanden lässt sich die Vermutung anstellen, dass die Erwartung besteht, ein Webseiten-Logo müsse einen gewissen Freiraum im Layout besitzen, sodass es leicht von anderem Content differenzierbar ist.

Erwartungen an Webseiten-Logo kontextabhängig

Beobachtung: Im Fall von *berlinonline.de/berliner-zeitung* existiert kein Webseiten-Logo im engeren Sinne, da es sich um den Internetauftritt einer Zeitung handelt und somit lediglich deren klassische Wortmarke vorhanden ist (siehe Abbildung 64, S. 122). Alle Probanden erkannten die Wortmarke als Titel der Zeitung. Kein Proband äußerte, ein zusätzliches Logo zu erwarten.

Interpretation: Die Wortmarke der Zeitung wurde in diesem Fall offenbar als Logo der Webseite angenommen bzw. mit diesem gleichgesetzt, da die Probanden das klassische Zeitungslayout kennen und dessen Übertragung in eine Webseite akzeptierten.

Ungewöhnliche Positionierung kann zu Verwirrung führen

Beobachtung: Auf *x-equals.com/blog* konnte kein Proband eindeutig ein Logo identifizieren. Bei dem großen stilisierten X in der linken oberen Bildhälfte herrschte Unsicherheit, ob es sich lediglich um ein grafisches Element oder um das Logo des Betreibers handelt (siehe Abbildung 34, S. 82). Auch bei der Wortmarke „XEQUALS+BLOG“ wurde nur von 5 der 12 Probanden die Vermutung geäußert, dass es sich um den Seitentitel handeln könnte.

Interpretation: Die ungewöhnliche Position des grafischen Elements sowie seine für ein Logo eher untypische Größe scheinen die Probanden bei der Identifikation zu verunsichern. Das Gleiche scheint für die Wortmarke zu gelten, deren Position rechts der Seitenmitte offenbar auch dafür sorgt, dass sie peripher nicht dem Logo der Webseite zugeordnet wird.

Übergreifende Beobachtung: Alle Webseiten-Logos weisen eine mittlere Exzentrizität von ungefähr 14-18° auf. Abgesehen von den oben erläuterten Schwierigkeiten stellte die Entfernung zur Fovea kein Problem bei der Identifizierung dar.

6.3.5.2 Firmenlogos

Übergreifende Interpretation: Firmenlogos können in der Peripherie vor allem anhand bekannter Formen und Farbschemata identifiziert werden. Bei der Identifikation von Logos spielt das Vorwissen der Probanden eine entscheidende Rolle.

Erfolgreiche Erkennung von Details abhängig

Beobachtung: Das *DHL*-Logo, welches bei 13,5° mittlerer Exzentrizität auf der Webseite *hirschille.de/hishop1* platziert ist, konnten 9 von 11 Probanden anhand der Farbkombination und der kursiven Schrift erkennen (siehe Abbildung 43, S. 93). Teilweise wurden Vermutungen geäußert, dass sich vor dem ersten Buchstaben horizontale Linien befinden könnten, was auf das *DHL*-Logo hinweise. Die zwei Probanden, die das Logo nicht identifizieren konnten, hatten die Farben korrekt wahrgenommen; außerdem ist Ihnen das *DHL*-Logo bekannt.

Interpretation: Daher ist zu vermuten, dass die Erkennung des Schriftlayouts notwendig war, um das Logo zu identifizieren.

Erkennung des Produktgenres anhand der Logo-Form

Beobachtung: Das auf *berlinonline.de/berliner-zeitung* bei 13° mittlerer Exzentrizität positionierte *Nissan*-Logo erkannten alle Probanden als das Logo einer Kraftfahrzeugmarke – laut der Aussagen in erster Linie anhand der runden Form (siehe Abbildung 64, S. 122). Auch die Probanden, die das im oberen Seitenbereich befindliche Auto, welches genau wie das Logo Bestandteil einer Werbung ist, nicht wahrgenommen haben, erkannten das Logo als Logo einer Kraftfahrzeugmarke. 6 der 12 Probanden konnten es schließlich als *Nissan*-Logo identifizieren.

Interpretation: In diesem Fall scheinen die runde Form und die metallische Farbe des Logos ausgereicht zu haben, um es als Logo einer Kraftfahrzeugmarke zu erkennen. Bei der Identifikation des *Nissan*-Logos waren offenbar zwei Faktoren ausschlaggebend: Einerseits förderte die Erkennung der Schrift innerhalb des Logos die korrekte Erkennung, da diese das Logo von anderen Autoherstellern mit ähnlichen Logos, wie z.B. *Opel*, differenziert. Andererseits schien auch von Bedeutung zu sein, ob und in welchem Detailgrad die Probanden das genaue Aussehen der Vergleichslogos zum Zeitpunkt des Tests aus dem Gedächtnis abrufen konnten.

Erkennung von Wortmarken

Beobachtung: In der rechten unteren Hälfte der Seite *compuland.de* sind elf Wortmarken von Hardware-Herstellern untereinander aufgelistet (siehe Abbildung 68, S. 127). Alle Probanden konnten auf Anhieb erkennen, dass es sich um Logos, genauer Wortmarken, handelt. Als Erkennungsmerkmal wurden die verschiedenen Schrifttypen und die Schriftgröße genannt. Die Probanden konnten erkennen, dass es sich nicht um normalen Text, sondern eher um grafisch modifizierte Schrift handelt. Obwohl alle Wortmarken unterschiedliche Farbtöne aufweisen, wurde diese Eigenschaft nicht explizit genannt. Zudem konnte kein Proband die jeweiligen Farben der Logos erkennen. 4 von 12 Probanden konnten als oberstes Logo die Wortmarke der Firma *acer* identifizieren – allerdings nicht anhand der Farbe, sondern lediglich an der Form bzw. des Schrifttypus'. Ein Proband äußerte, dass er das Logo der Firma *AMD* kennen würde und es dort auch erwarten würde, da es sich um eine Hardware-Seite handele. Er konnte das genannte Logo aber nicht wahrnehmen – obwohl es sich an zweiter Stelle, direkt unter dem *acer*-Logo befindet.

Interpretation: Aufgrund der hohen Exzentrizität und des relativ geringen Abstandes zwischen den einzelnen Wortmarken war die Wahrnehmung der Farben der einzelnen Logos offenbar nicht möglich. Dadurch wurde deren Identifikation vermutlich erschwert. Dennoch scheint ein kurzer Begriff, der in einem von der restlichen Seite abweichenden Schriftstil gestaltet ist, bereits auf eine Wortmarke hinzuweisen. Bezüglich des letztgenannten Kommentars eines Probanden lässt sich vermuten, dass in diesem Fall nicht nur die hohe Exzentrizität und der enge Abstand zwischen den einzelnen Elementen eine Rolle gespielt hat, sondern auch die Einprägsamkeit der Form einzelner Logos.

6.3.6 Werbung

Bei der Auswertung wird zwischen externer Werbung in Form von Werbebannern und Text-Werbung (Sponsored Links) und interner Werbung, so genannten Teasern²⁶, differenziert. Externe Werbung stammt von einem Fremdanbieter, der seine Werbung auf der momentan angezeigten

²⁶ Definition siehe 6.3.6.3

Webseite platziert; klickt man auf das Element, wird man zu einer externen Webseite weitergeleitet.

6.3.6.1 Werbebanner

Übergreifende Interpretation: Die primären Identifikationsmerkmale für Werbebanner sind einerseits die Position und andererseits die unmittelbare Kombination aus Bild- und Textelementen. Die Interneterfahrung spielt bei der peripheren Identifikation von Werbung ebenfalls eine große Rolle. Produktbilder auf farbigem Hintergrund sowie Logos, die nicht unmittelbar zur Semantik der Seite passen, sind ebenfalls Erkennungskriterien.

Farbton eines Corporate Designs wird erkannt

Beobachtung: Das Werbebanner der Firma *T-Mobile* auf der Webseite *abacho.de* konnten 11 von 12 Probanden eindeutig dem Mobilfunkunternehmen zuordnen (siehe Abbildung 30, S. 78). Des- sen Logo befindet sich bei 18° mittlerer Exzentrizität am unteren Rand des Banners und wurde von keinem Probanden identifiziert. Als Identifikationsmerkmal wurde der charakteristische Magenta-Farbton genannt. Mehrere Elemente des bewegten Banners sind in diesem Farbton gehalten. Ein Proband nahm diesen Farbton als Rot wahr und konnte das Banner keiner Firma zuordnen. Dass es sich um ein Werbebanner handelt, war hingegen für alle Probanden eindeutig.

Interpretation: Während kein Proband das Logo selbst wahrnehmen konnte, reichte der zum Corporate Design der Firma gehörende Farbton in Verbindung mit dem abgebildeten Mobiltelefon aus, um die korrekte Firma nennen zu können. Dass es sich allgemein um Werbung handelt, wurde offenbar anhand der Position am rechten Rand der Webseite – außerhalb des Bereiches, der den eigentlichen Content enthält – sowie der sich bewegendenden Elemente erkannt. Die Präsentation eines Produktes in Form eines Fotos sowie ein zugehöriger Werbetext auf einem farbigen Hintergrund scheinen ebenfalls eindeutige Identifikationsmerkmale zu sein.

Werbebanner im Stil einer Windows-Dialogbox

Beobachtung: Am oberen Bildrand der Seite *abacho.de* befindet sich ein weiteres Werbebanner, welches wie ein Dialogfenster des Betriebssystems Microsoft Windows XP gestaltet ist (siehe Abbildung 63, S. 121). 10 von 12 Probanden erkannten diese Gestaltung anhand des blauen Balkens und der ebenfalls blauen Kontur. 4 Probanden konnten zusätzlich Schaltflächen oder das gelbe Warnsymbol erkennen. Für alle Probanden, die die Assoziation mit dem Windows-Dialogfenster herstellen konnten, war eindeutig, dass es sich bei dem Element um Werbung handelt. Dabei erkannten sie jedoch keine Details wie den Inhalt des Texts oder das Firmenlogo rechts in der Dialogbox. Für die 2 Probanden, die die Assoziation mit dem Windows-Dialogfenster nicht herstellen konnten, war der Zweck des Elements nicht feststellbar.²⁷

²⁷ Auf der Webseite *abacho.de* befindet sich ein weiteres Werbebanner, welches mittig am unteren Rand platziert ist und nicht gezielt abgefragt wurde. Es ist ebenfalls wie ein Fenster des Betriebssystems Microsoft Windows XP gestaltet. Alle Probanden, die es von sich aus beschrieben, erkannten ebenfalls eindeutig anhand der Ähnlichkeit zu einem Windows-Fenster, dass es sich um Werbung handelt.



Abbildung 63: Werbeposter im Design einer Windows-Dialogbox auf abacho.de (10,5-18,5°, Ø Ex. 14,5°)

Interpretation: Die hohe Interneterfahrung der Probanden scheint in diesem Fall für die Identifizierung des Elements als Werbung ausschlaggebend zu sein. Da der Zweck für die Probanden, die den Stil einer Windows-Dialogbox nicht erkennen konnten, nicht feststellbar war, lässt sich vermuten, dass allein die Position des Elements nicht zur Identifizierung als Werbung ausreicht.

Zweiteiliges Werbebanner

Bei dem Werbebanner auf der Seite *berlinonline.de/berliner-zeitung* handelt es sich um ein kombiniertes Banner, welches sich aus einem horizontalen Banner oberhalb des Content-Bereichs und einem vertikalen Banner rechts vom Content-Bereich zusammensetzt (siehe Abbildung 64, S. 122).

Beobachtung: 10 von 11 Probanden konnten den oberen Bannerbestandteil als Werbung identifizieren, wobei 9 von 10 das abgebildete Auto erkennen konnten. Als Identifikationsmerkmale des Autos wurden die grobe Form sowie die Wahrnehmung zweier Räder genannt, wobei mehrfach die falsche Vermutung geäußert wurde, dass es sich um ein Cabrio handele. Nicht nur die Produktabbildung in Form des Fahrzeugs, sondern auch die Zugehörigkeit zu dem rechten, vertikalen Bannerbestandteil diente den Probanden als Anhaltspunkt für Werbung. In dem vertikalen Bannerbestandteil konnten alle Probanden das Logo erkennen und es als Logo eines Fahrzeugherstellers identifizieren (siehe Abschnitt 6.3.5.2). Außerdem nahmen alle Probanden den Text, sowie die Grafik im Stil eines Buttons wahr. Der rechte Bannerbestandteil wurde von allen Probanden als Werbung identifiziert. Als Identifikationsmerkmale dienten sowohl die Komposition aus Text und Logo sowie die Position, als auch die Zugehörigkeit zum horizontalen Bannerbestandteil. Insgesamt erkannten 10 von 12 die Zusammengehörigkeit der beiden Bannerbestandteile und nannten als Anhaltspunkte entweder den schwarzen Hintergrund der beiden Bereiche oder lediglich Erfahrung.



Abbildung 64: Werbefbanner und Text-Werbung (Sponsored Links) auf berlinonline.de/berliner-zeitung

Interpretation: Da die Zugehörigkeit der beiden Bannerbestandteile von fast allen Probanden erkannt wurde, lässt sich vermuten, dass diese Art von kombiniertem Banner bereits im Erfahrungsschatz vorhanden ist. Darüber hinaus scheint die Kombination eines Logos mit einem Text, positioniert am Webseitenrand, bereits auf Werbung hinzudeuten.

6.3.6.2 Text-Werbung

Reine Textwerbung in Form von so genannten „Sponsored Links“ wurde im Rahmen dieser Studie nur auf der Seite *berlinonline.de/berliner-zeitung* überprüft.

Beobachtung: 10 von 12 Probanden identifizierten das Rechteck mit der roten Kontur und den drei Links als Werbung (siehe Abbildung 64). Als Anhaltspunkt wurden verschiedene Eigenschaften genannt: Das Element ist vom restlichen Content optisch abgetrennt und in einer anderen Farbe, zudem in der als auffällig bezeichneten Farbe Rot, gestaltet. Die unterstrichenen, fett gesetzten Überschriften der drei kurzen Textblöcke wurden ebenfalls als Indikatoren genannt, sowie die Tatsache, dass die Texte darunter für die Vorschau auf journalistische Texte zu kurz seien. Außerdem wurde aus der großen Ähnlichkeit zu Anzeigen der Firma Google teilweise sofort auf Werbung geschlossen. Insgesamt konnten 8 von 10 Probanden das Element korrekt als Google-Anzeigen identifizieren, wobei 2 Probanden diese Zugehörigkeit sofort bei Abfrage der Position erkannten – die anderen erst nach kurzer Konzentration. Als Wiedererkennungsmerkmal nannten diese Probanden den Aufbau in Form der unterstrichenen Überschriften, der kurzen Texte darunter und der dünnen rechteckigen Kontur. Den charakteristischen „Google-Anzeigen“ Schriftzug in der rechten unteren Ecke erkannte hingegen nur 1 Proband. Die 2 Probanden, die das Element nicht als Werbung identifizierten, vermuteten darin eine Informationsbox oder Links zu weiteren Artikeln der

Zeitung. 2 Probanden, die das Element als Werbung erkannt hatten, äußerten, dass zwar die Vermutung näher liege, es könne sich um Links zu weiteren Artikeln handeln, sie sich aber dennoch sicher seien, dass es sich um Werbung handele.

Interpretation: Vermutlich führt hier in erster Linie die hohe Interneterfahrung der Probanden zu der Erkennung des Elements als Werbung. Trotz des nicht allzu charakteristischen Layouts der Sponsored Links scheint deren Layout bereits fest im Bewusstsein der erfahrenen Internetnutzer verankert zu sein. Offenbar reicht die periphere Wahrnehmungsqualität aus, um den Aufbau eines solchen Elements und einige grobe Details zu erkennen und es aufgrund dessen als Werbung zu identifizieren.

6.3.6.3 Teaser

Der Begriff „Teaser“ bezeichnet im Rahmen dieser Studie ein internes Werbebanner. Das Element mit grafischen Anteilen weist auf Informationen, Produkte, Dienstleistungen oder ähnliches hin, die vom Betreiber der Webseite angeboten werden und sich häufig auf einer anderen Ebene der Seite befinden. Ist dies der Fall, ist der Teaser mit einer Unterseite der momentan angezeigten Seite verlinkt. Ist das beworbene Produkt oder die Dienstleistung schon auf der momentan angezeigten Seite ersichtlich oder verfügbar, ist es auch möglich, dass der Teaser nicht interaktiv ist, also nicht angeklickt werden kann. Aufgrund der hohen visuellen Ähnlichkeit zu externer Werbung stehen hier die Differenzierungsmerkmale zu dieser im Vordergrund.

Übergreifende Beobachtung: Es sollte festgehalten werden, dass alle im Folgenden besprochenen Elemente grundsätzlich von allen Probanden als Werbung im weiteren Sinne erkannt wurden.

Übergreifende Interpretation: Dies liegt vermutlich unter anderem darin begründet, dass Teaser zentraler auf den Webseiten platziert sind, wodurch im Rahmen dieser Studie die Distanz zur Fovea niedriger ist, als für am Seitenrand platzierte, externe Werbebanner. Weiterhin kann festgestellt werden, dass trotz der hohen Ähnlichkeit die periphere Differenzierung zwischen interner und externer Werbung möglich ist. Die Position und die semantische sowie visuelle Übereinstimmung mit dem restlichen Content der Seite stellen offenbar die wichtigsten Differenzierungsmerkmale dar, wie die folgenden Beispiele verdeutlichen.

Position und Ähnlichkeit zum restlichen Content ausschlaggebend

Beobachtung 1: Auf *videobuster.de* befinden sich oberhalb der Mitte zwei prominent platzierte Teaser. Beide zeigen aus Hollywood-Filmen bekannte Figuren bzw. Schauspieler (siehe Abbildung 65, S. 124). 10 von 12 Probanden identifizierten das rechts vom Fixationsbereich platzierte Element mit der Filmfigur „Batman“ als Teaser, die anderen 2 Probanden stuften es eher als externe Werbung ein. Bezüglich des linken Elements verhält sich die Verteilung identisch – 10 Probanden stuften es als interne, 2 als externe Werbung ein. Die zentrale Positionierung wies bei beiden Teasern laut den Aussagen der Probanden eher auf interne als auf externe Werbung hin. Im Fall des linken Teasers war die semantische Übereinstimmung der Elemente mit dem Rest der Seite für das Urteil der Probanden ausschlaggebend. Die Probanden erklärten, vor allem anhand des Inhaltes der beiden Teaser in Kombination mit dem bunten, unruhigen Layout und den Farben Gelb und Blau für diese Webseite das Themenfeld „Film, Kino oder DVD-Verleih“ abzuleiten (siehe auch Abschnitt 6.5).



Abbildung 65: Zwei Teaser auf videobuster.de

Beobachtung 2: Das ebenfalls knapp oberhalb der Seitenmitte platzierte Banner auf *santander.de* konnten alle Probanden als Teaser identifizieren (siehe Abbildung 46, S. 96). Als Anhaltspunkte wurden angegeben, dass sich der Teaser optisch gut in das restliche, aufgeräumte Layout einfüge und dass die auf der Seite dominierende Farbe Rot ebenfalls im Banner vorkomme.

Beobachtung 3: Alle Probanden identifizierten die beiden Produkt-Teaser auf *compuland.de* korrekt als Teaser (siehe Abbildung 66). Die Probanden konnten erkennen, dass die Teaser elektronische Produkte bewerben, es sich bei der Webseite um einen Online-Shop handelt (Erkennungsmerkmale siehe Abschnitt 6.5) und unterhalb der Banner weitere Produkte abgebildet sind. Es wurde geäußert, dass die Elemente aufgrund dessen zum Rest der Seite passen würden und somit eher in direkter Verbindung mit der Seite stünden. Zudem wurde vermutet, dass ein Online-Shop den zentralen Bereich seiner Webseite nicht mit einer externen Werbung belegen würde.



Abbildung 66: Teaser auf compuland.de

Übergreifende Interpretation: Bei der Differenzierung von Teasern gegenüber externer Werbung scheinen zwei Faktoren eine wichtige Rolle zu spielen. Einerseits weist offenbar die Positionierung in der Seitenmitte darauf hin, dass der Betreiber der Webseite dem Element eine wichtige Bedeutung zumisst und es prominent platzieren will. Daraus wird geschlussfolgert, dass das Element für die Seite selbst bzw. für ein angebotenes Produkt oder ähnliches wirbt und nicht auf eine externe Seite weiterleitet. Andererseits spielt die optische Ähnlichkeit eines werbenden Elements zur restlichen Gestaltung der Seite ebenfalls eine Rolle. Aufgrund der Aussagen der Probanden lässt sich vermuten, dass ein Vergleich zwischen der Gestaltung des Elements und der der gesamten Webseite stattfindet und darauf basierend ein Urteil bezüglich dessen Zugehörigkeit gefällt wird. Sind in der Gestaltung des Elements eindeutige Parallelen zum Rest der Seite erkennbar, wird es offenbar

eher als Teaser klassifiziert. Bei dem Vergleich scheinen vor allem charakteristische Farben oder Farbkombinationen entscheidend zu sein.

6.3.7 Produktfotos

Übergreifende Beobachtung: Alle Probanden konnten die auf *hirschille.de/hishop1* (siehe Abbildung 67, S. 126) und *compuland.de* (siehe Abbildung 68, S. 127) platzierten Produktfotos als solche identifizieren. Sie konnten dabei mit Bestimmtheit sagen, dass es sich um Fotos handelt und nicht um Zeichnungen, was sie vor allem anhand von Farben, Schattenwürfen und Detailgrad, aber auch dem Kontext der Abbildungen fest machten. Eine Ausnahme bildet die Abbildung zweier Computergehäuse bei 9° mittlerer Exzentrizität auf *compuland.de*. Da dort 8 von 11 Probanden nur Farbe und keine Konturen wahrnehmen konnten, war eine derartige Beurteilung nicht immer möglich.

Übergreifende Interpretation: Dass es sich bei den Produktfotos nicht um Werbung oder rein informative grafische Elemente handelt, konnten die Probanden offenbar daran erkennen, dass die Abbildungen immer freigestellt, also ohne zum Foto gehörigen Hintergrund, dargestellt werden. Die Abbildung von Produkten in einer rasterförmigen Anordnung in Kombination mit zugehörigem Text wurde zudem als eindeutiger Hinweis auf einen Online-Shop oder ein Preisvergleichs-Portal angesehen.

6.3.8 Preise

Preise im Stil klassischer Preisaufkleber

Beobachtung: Die Preise im Stil klassischer Preisschilder auf *hirschille.de/hishop1* wurden von allen Probanden sofort bei Erscheinen der Webseite als Preise identifiziert (siehe Abbildung 67, S. 126). Wie die Probanden äußerten, assoziierten sie die Form und teilweise auch die Teilung der Preisschilder in drei Segmente mit den im Einzelhandel eingesetzten Preisaufklebern. Zudem war es den Probanden möglich, die gelben Schriftzeichen als Zahlen zu erkennen. Dass das Layout der Preisschilder in der unteren Hälfte der Seite wiederholt, aber mit einem Textinhalt eingesetzt wird, führte bei den Probanden zunächst zu Verwirrung. Anfangs wurde geäußert, dass dort ebenfalls der Preis zum jeweiligen Produkt angegeben sei, nach Konzentration konnten die Probanden jedoch erkennen, dass es sich um Text und nicht um Zahlen handelt.

Interpretation: Offenbar funktioniert die Übertragung einer klassischen Form auf ein Webseiten-Element in diesem Fall gut, da die klassischen Preisaufkleber allen Probanden bekannt sind. Somit scheint das Design dieser Elemente die Erkennung ihres Zwecks sogar zu erleichtern, was sich aus den schnellen und eindeutigen Aussagen der Probanden schließen lässt. Die Wiederholung des gleichen Schemas in Form der kleineren Preisschilder mit Textinhalt führte jedoch zu Verwirrung und trug möglicherweise zu der fehlerhaften Wahrnehmungsleistung bei, die als nächstes beschrieben wird.



Abbildung 67: Verschiedene Preisdarstellungen auf hirschille.de/hishop1

Wahrnehmung normal formatierter Preise schlägt fehl

Beobachtung: Bei Abfrage der Position des Preises „999,00 EUR“ (11° mittlere Exzentrizität) auf hirschille.de/hishop1 im linken unteren Seitenbereich trat ein Effekt auf, der in Abschnitt 6.1.3 detailliert beschrieben wird: 11 von 12 Probanden nahmen den Preis zunächst gar nicht wahr. Nach wiederholter Abfrage mit präziser Ortsangabe konnten ihn lediglich 4 von 11 Probanden wahrnehmen und identifizieren (Interpretation dieser Wahrnehmung siehe Abschnitt 6.1.3).

Identifizierung als Preis anhand des umgebenden Layouts

Beobachtung: Die drei roten Preise auf *compuland.de* konnten alle Probanden wahrnehmen und identifizieren (siehe Abbildung 68, S. 127). Die Probanden waren in der Lage zu erkennen, dass es sich um Zahlen handelt, wobei geäußert wurde, dass dies bei dem mittleren Preis (bei der niedrigsten Exzentrizität von 9°) noch definitiv erkennbar sei, bei den anderen durch die identische Anordnung jedoch eher auf Zahlen geschlossen würde. Kein Proband konnte das Euro-Zeichen erkennen. Als Identifikationsmerkmal für Preise wurde auch die bekannte Kombination aus Überschrift, Produktbild und großem Preis darunter genannt.



Abbildung 68: Produktpreise auf compuland.de

Interpretation: Wie durch die Aussagen der Probanden deutlich wird, hilft die mehrfache Wiederholung eines Aufbaus, in diesem Fall aus Überschrift, Produktbild und Preis, bei der peripheren Identifikation des Zwecks von Elementen. Das Element mit der jeweils niedrigsten Exzentrizität kann offenbar herangezogen werden, um dessen teilweise erkannte Bedeutung auf gleich gestaltete Elemente höherer Exzentrizität zu übertragen.

6.3.9 Überschriften

Übergreifende Beobachtung: Da die periphere Erkennung von Textpräsenz, Schrifttypus und -layout durchgängig und auch bei Exzentrizitäten von über 10° gut funktionierte, war die Erkennung von Überschriften unkritisch. Sowohl Überschriften von Fließtexten als auch Produkttitel konnten immer als solche identifiziert werden (allerdings nie vollständig gelesen werden, siehe Abschnitt 6.2.2).

Übergreifende Interpretation: Der fette Schriftschnitt und die teilweise größere Schriftgröße waren bei der Erkennung ausschlaggebend.

6.3.10 Eingabefelder

Eingabefelder treten im Rahmen dieser Studie in Form verschiedener Elemente auf. Sowohl Suchfelder, als auch Logins, Anmeldeformulare und spezielle kontextbezogene Formulare umfassen unter anderem Eingabefelder.

Übergreifende Interpretation: Das basale Identifikationsmerkmal für ein Eingabefeld ist offenbar ein weißes, in die Breite gezogenes Rechteck. Verschiedene zusätzliche Eigenschaften können die Identifikation erleichtern.

Optische Vertiefung erleichtert Erkennung

Beobachtung: Das Eingabefeld auf *compuland.de* weist einen nach innen fallenden Schatten auf, wodurch es tiefer wirkt als die umgebende Fläche (siehe Abbildung 69, S. 128). Diese Eigenschaft wurde teilweise explizit von den Probanden geäußert. Alle Probanden erkannten es als Eingabefeld.



Abbildung 69: Suche auf compuland.de, 9-15°, Ø Ex. 12°

Interpretation: Die Erkennungsleistungen der Probanden im Vergleich zu anderen Eingabefeldern und die Aussagen zu diesem Eingabefeld lassen vermuten, dass die optische Vertiefung eines Eingabefeldes durch einen nach innen fallenden Schatten die Identifikation erleichtert. Möglicherweise ist dies auch darauf zurückzuführen, dass durch den Schatten automatisch eine Kontur zwischen Eingabefeld und Umgebungsfarbe entsteht.

Konturen verbessern Differenzierbarkeit von Umgebung

Übergreifende Beobachtung: Die Eingabefelder auf *abacho.de* und *videobuster.de* (siehe Abbildung 61, S. 116 und Abbildung 47, S. 97) sind teilweise mit dunklen Konturen versehen. Auf *santander.de* ist dies nicht der Fall. Dort konnten 10 von 12 Probanden die Eingabefelder nicht wahrnehmen oder waren sich nicht sicher, ob bzw. um wie viele Eingabefelder es sich handelt (siehe Abbildung 41, S. 91).

Übergreifende Interpretation: Sind Eingabefelder mit dunklen Konturen versehen, scheint dies ihre Differenzierbarkeit von der Hintergrundfarbe als auch voneinander zu verbessern. Dies liegt möglicherweise auch darin begründet, dass die Eingabefelder im Rahmen dieser Studie häufig weiß gestaltet und auf hellgrauem Hintergrund platziert sind, wodurch sie (ohne Konturen) nur schwach hervorgehoben werden.

Definition eines Eingabefeldes ausschließlich durch eine Kontur

Beobachtung: Auf *x-equals.com/blog* konnte nur die Hälfte der Probanden das Eingabefeld wahrnehmen. Es wird lediglich von einem 1 px dünnen Rahmen in hell violetter Farbe definiert (siehe Abbildung 70, S. 130). 3 der 6 Probanden waren sich nicht sicher, ob es sich wirklich um ein Eingabefeld handelt.

Interpretation: Die Definition eines Eingabefeldes allein durch eine Kontur funktioniert offenbar bei peripherer Wahrnehmung nicht zuverlässig. Eine flächige Umgebungsfarbe, die vom weißen Hintergrund des Eingabefeldes abweicht, fördert hingegen möglicherweise dessen periphere Identifikation. Im hier vorgestellten Beispiel könnte zusätzlich die „frei schwebende“ Position des Feldes die Probanden verunsichern haben.

Erkennung von Formularen

Übergreifende Beobachtung: Den Aussagen der Probanden zufolge waren die Eingabefelder auf *videobuster.de* (siehe Abbildung 47, S. 97) sofort als solche zu erkennen, wohingegen beim Routenplaner auf *abacho.de* (siehe Abbildung 61, S. 116) teilweise Unsicherheit herrschte bzw. mehr Konzentration erforderlich war. Während die Eingabefelder des Formulars auf *videobuster.de* viel Freiraum zur Verfügung haben und eine Distanz von 14 px (0,5° / 0,37 cm) zueinander aufweisen, ist das Layout des Routenplaners auf *abacho.de* eher eng und die Distanz zwischen den Eingabefeldern beträgt nur 3 px (0,1° / 0,08 cm).

Übergreifende Interpretation: Treten mehrere weiße Flächen vertikal untereinander angeordnet und linksbündig ausgerichtet auf einer Webseite auf, so weist dies die Probanden offenbar sowohl darauf hin, dass es sich um Eingabefelder handelt, als auch, dass das Element ein Formular sein könnte. Um diese Vermutung zu stützen, sind vermutlich Beschriftungen der einzelnen Felder nötig, diese können sich entweder vor oder in den jeweiligen Feldern befinden. Zusätzlich scheint bei der peripheren Erkennung auch die Distanz zwischen den einzelnen Feldern eine Rolle zu spielen.

6.3.11 Suche

Übergreifende Interpretation: Das primäre Identifikationsmerkmal für eine Suche ist offenbar die Kombination aus einem Eingabefeld und einem rechts daneben platzierten Button. Die Position der Suche kann bei Unsicherheit als zusätzliches Merkmal dienen, wobei diese Annahme teilweise Fehlinterpretationen zu fördern scheint. Ist auf einer Webseite peripher insgesamt nur ein Eingabefeld sichtbar, so besteht teilweise eine Tendenz, dieses pauschal als Suchfeld zu interpretieren.

Kombination aus Eingabefeld und Button ausreichend

Beobachtung: Das Suchfeld auf *compuland.de* wurde von allen Probanden wahrgenommen und als solches identifiziert (siehe Abbildung 69, S. 128). Das zugehörige Eingabefeld war für alle Probanden sofort erkennbar. 7 von 12 Probanden identifizierten den Button anhand der Form, der roten Farbe und der darin befindlichen Schrift. Vier Probanden äußerten explizit, dass sie die plastische 3D-Optik des Buttons anhand des Verlaufs erkennen konnten. 5 von 12 Probanden konnten die darin befindliche Schrift nicht wahrnehmen, sondern nur das rote Rechteck.

Interpretation: Auch die 5 Probanden, die lediglich ein Eingabefeld und ein rotes Rechteck wahrnehmen konnten, identifizierten diese Kombination als Suchfeld. Daraus lässt sich schließen, dass bereits das Schema aus länglichem Eingabefeld und einem Button-ähnlichen Rechteck zur Identifizierung einer Suche ausreicht. Da kein Proband die über dem Eingabefeld befindliche Schrift „Powersuche“ wahrnahm, aber auch niemand äußerte, eine auf eine Suche hindeutende Beschriftung zu suchen oder zu vermissen, wird die explizite Beschriftung eines Suchfeldes scheinbar nicht zwingend erwartet.

Beschriftung der Suche teilweise hilfreich

Beobachtung: Während auf *hirschille.de/hishop1* die Suche im Kopfbereich der Seite zunächst nur von der Hälfte der Probanden wahrgenommen werden konnte, war es nach erhöhter Konzentration 11 von 12 Probanden möglich, ein Eingabefeld inklusive vorangestellter Beschriftung und einem rechts daneben positionierten Button zu erkennen (siehe Abbildung 43, S. 93 und Abschnitt 6.1.3).

Interpretation: Da die Wahrnehmung der Suche auf dieser Seite problematischer war, als beispielsweise auf *compuland.de*, schien die Erkennung einer Beschriftung vor dem Eingabefeld die Probanden in ihrer Vermutung zu bestärken, dass es sich um eine Suche handelt.

Position als Identifikationsmerkmal

Beobachtung: Auf *auswaertiges-amt.de* war es 8 von 12 Probanden möglich, ein Eingabefeld zu identifizieren (siehe Abbildung 60, S. 115). Lediglich 3 von ihnen konnten zusätzlich den rechts daneben befindlichen ebenfalls weißen Button wahrnehmen, bzw. ihn vom Eingabefeld differenzieren. Alle 8 Probanden identifizierten das Element trotz des vielfach nicht wahrgenommenen Buttons als Suche. Dabei wurde die Position als Identifikationsmerkmal angegeben.

Interpretation: Aufgrund der hohen mittleren Exzentrizität von $17,5^\circ$ und der ähnlichen Gestaltung von Eingabefeld und Button scheinen diese kaum voneinander differenzierbar zu sein (siehe auch Abschnitt 6.1.3). Da alle 8 Probanden, die zumindest das Eingabefeld erkennen konnten, das Element dennoch als Suche identifizierten, lässt sich vermuten, dass ein einzelnes Eingabefeld auf einer bestimmten Position – in diesem Fall rechts oben – bereits als Identifikationsmerkmal für eine Suche ausreichen kann.

Unsicherheit durch untypisches Layout

Beobachtung: Auf *x-equals.com/blog* war es 3 von 12 Probanden möglich, die Suche als solche zu identifizieren (siehe Abbildung 70). Diese 3 Probanden konnten sowohl das Eingabefeld als auch die darin befindliche Lupe identifizieren. Als Identifikationsmerkmale für eine Suche wurden neben dem Eingabefeld die Lupe, sowie der ebenfalls im Eingabefeld befindliche Text genannt. Von den 9 Probanden, die das Element nicht als Suche identifizieren konnten, erkannten 3 sowohl das Eingabefeld als auch die Lupe, waren sich aber dennoch über den Zweck des Elements unsicher.



Abbildung 70: Suche, x-equals.com/blog

Interpretation: Möglicherweise sorgten hier die Position der Lupe innerhalb des Eingabefeldes sowie die „frei schwebende“ Position der Suche für Unsicherheit.

Anzahl der Eingabefelder als Identifikationsmerkmal

Beobachtung 1: Die Suche im Kopfbereich der Seite *abacho.de* konnte lediglich 1 von insgesamt 3 Probanden, die das Element wahrnahmen, auch identifizieren (siehe Abbildung 71, S. 131). Dabei fällt auf, dass dieser Proband der Fehlinterpretation unterlag, dass das Dropdown-Feld, welches rechts neben dem eigentlichen Eingabefeld platziert ist, ein Button wäre. Die anderen beiden Probanden konnten beide Eingabefelder wahrnehmen, was sie vermuten ließ, dass es sich um einen Login handle. Dass es sich bei dem zweiten Feld um ein Dropdown-Feld handelt, erkannte kein Proband.

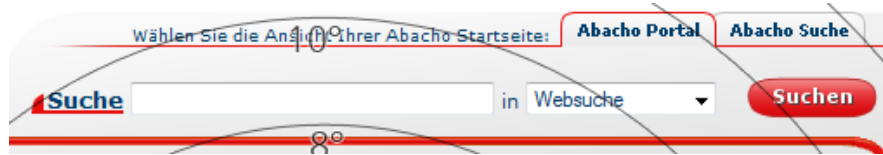


Abbildung 71: Suche auf abacho.de

Beobachtung 2: Die Eingabemaske auf *santander.de* wurde von 4 von 12 Probanden fälschlicherweise für eine Suche gehalten (siehe Abbildung 41, S. 91). Diese 4 Probanden nahmen jeweils nur ein Eingabefeld der zwei vorhandenen wahr.

Übergreifende Interpretation: Die beiden Beobachtungen deuten darauf hin, dass das Auftreten nur eines Eingabefeldes als Identifikationsmerkmal für eine Suche angesehen wird, wohingegen das Platzieren von zwei Eingabefeldern nebeneinander eher auf einen Login schließen lässt.

6.3.12 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bei einer unproblematischen peripheren Wahrnehmung beinahe jedes klassische Webseiten-Element in seiner Funktion korrekt identifiziert werden kann. Weicht die Gestaltung eines Elements von im Erfahrungsschatz der Probanden vorhandenen Prototypen zu stark ab, ist die periphere Identifikation, also die Einordnung des Zwecks, trotz ausreichender und korrekter Wahrnehmung nicht immer möglich. Dies wird beispielsweise bei der Suche auf *x-equals.com/blog* und der Navigation auf *berlinonline.de/berliner-zeitung* deutlich.

Bei den Identifikationsmerkmalen spielen vor allem die Form und die Anordnung der Elemente zueinander eine bedeutende Rolle. Den stärksten Einfluss auf die Identifizierung scheint jedoch die Internet-Erfahrung des Betrachters zu haben, da offenbar jede Wahrnehmung mit dem Vorwissen über Aussehen und häufige Positionen von Elementen abgeglichen wird. Bei Probanden mit geringer Internet-Erfahrung dürfte die Identifikationsrate trotz einwandfreier Wahrnehmung dementsprechend deutlich niedriger sein, da nicht in dem Maße Vergleichsschemata vorhanden sind.

Wie durch die Ausführungen in diesem Abschnitt deutlich wird, kann die Einhaltung von bestimmten Gestaltungsrichtlinien nicht nur die periphere Wahrnehmbarkeit von Webseiten-Elementen verbessern, sondern auch deren Identifikation fördern.

6.4 Visuelle Attraktivität und der erste Eindruck

Wie im Befragungsschema festgelegt, hatten die Probanden bei Erscheinen eines Stimulus zunächst die Aufgabe, die Wahrnehmungen und Positionen zu nennen, die ihnen als erstes auffallen. Die Zusammenfassung der entsprechenden Aussagen wird in diesem Abschnitt präsentiert, um zu verdeutlichen, welche Eigenschaften eines Elements zu einer starken Aufmerksamkeitswirkung führen und seine frühe Beachtung bewirken. Zunächst werden pro Webseite die am häufigsten genannten Elemente aufgeführt, darauf folgt eine Zusammenfassung der entscheidenden Kriterien.

6.4.1 Aufmerksamkeitsintensive Elemente pro Webseite

abacho.de

Auf *abacho.de* fiel den Probanden das farbige, vertikale Navigationsmenü und die Bewegung im Allgemeinen am häufigsten auf (siehe Abbildung 72). Die links positionierte Navigation vereint elf verschiedene, zum Teil leuchtende, stark gesättigte Farbtöne auf relativ kleiner Fläche. Die animierten Werbebanner sowie der periodisch wechselnde Newsbereich fielen den Probanden ebenfalls früh auf und zogen kurzfristig Aufmerksamkeit auf sich. Die Exzentrizitäten der erstgenannten Elemente sind 9° , 14° und $15,5^\circ$.



Abbildung 72: Überblick abacho.de

auswaertiges-amt.de

Die rechts der Seitenmitte platzierten Abbildungen wurden häufig als erstes genannt, wobei sie zunächst als eine Abbildung wahrgenommen wurden (siehe Abbildung 73, S. 133). Da es sich bei der linken Abbildung um eine Zeichnung handelt und vermutlich die Zielgruppe „Kinder“ ansprechen soll, ist sie in intensiven, gesättigten Farbtönen gehalten. Zudem ist die Zeichnung durch ihre gelben Bestandteile das Element, welches den stärksten Kontrast zum blauen Farbschema der Webseite erzeugt. Die Äußerungen der Probanden lassen darauf schließen, dass die zwei Abbildungen, insofern sie als eine wahrgenommen wurden, recht komplex und zunächst verwirrend wirkten. Neben der gezielten Nennung dieser Abbildungen wurde auch geäußert, dass zunächst die vielen Fotos in ihrer Gesamtheit, sowie das blaue Farbkonzept auffielen. Die mittleren Exzentrizitäten der erstgenannten Abbildungen rechts der Mitte sind $8,5^\circ$ und $13,5^\circ$.

Das direkt oberhalb des Fixationsrechtecks platzierte Foto, welches um den Faktor 1,7 größer ist als die beiden häufig erstgenannten Abbildungen zusammen, wurde von keinem Probanden als erstes Element genannt.



Abbildung 73: Überblick auswaertiges-amt.de

berlinonline.de/berliner-zeitung

Das große Foto der Bundeskanzlerin Angela Merkel fiel allen Probanden als erstes Element auf (siehe Abbildung 74). Alle Probanden identifizierten die abgebildete Person sofort. Das Foto weist neben großen Maßen einen hohen Kontrast und eine niedrige Exzentrizität auf (mittlere Exzentrizität 8° , erstreckt sich horizontal von 0° bis 16°).

Direkt nach dem großen Foto fiel die in blauer Frakturschrift gesetzte Wortmarke der „Berliner Zeitung“, das Logo der Seite, auf (mittlere Exzentrizität $10,5^\circ$).



Abbildung 74: Überblick berlinonline.de/berliner-zeitung

compuland.de

Auf compuland.de zog der mittig platzierte Produktteaser, der teilweise vom Fixationsrechteck verdeckt wird, am meisten Aufmerksamkeit auf sich (siehe Abbildung 75, S. 134). Das 530×147 px

(17,4 x 4,8° / 14,0 x 3,9 cm) große Bild weist einen Farbverlauf von Schwarz zu Grün als Hintergrund auf, zeigt einen USB-TV-Stick (ungefähr in Originalgröße) und verfügt über mehrere weiße Schriftzüge.



Abbildung 75: Überblick compuland.de

hirschille.de/hishop1

Die roten Preisschilder und die große blaue Überschrift wurden auf *hirschille.de/hishop1* als erste Elemente wahrgenommen und benannt (siehe Abbildung 76). Die Überschrift nimmt ca. 750 x 45 px (24,6 x 1,5° / 19,7 x 1,2 cm) ein, erzeugt einen relativ starken Kontrast zum weißen Hintergrund und verfügt über einen 3D-Effekt. Die vier roten Preisschilder sind in stark gesättigten, leuchtenden Farben gestaltet, erzeugen einen starken Kontrast zur weißen Hintergrundfarbe und sind in ähnlichen Abständen nebeneinander angeordnet.



Abbildung 76: Überblick hirschille.de/hishop1

santander.de

Auf *santander.de* fiel als erstes das direkt neben dem Fixationsrechteck platzierte rote Rechteck inklusive der darin befindlichen Prozentzahlen auf (siehe Abbildung 77). Das oberhalb der Seitenmitte platzierte blaue Banner inklusive der darin abgebildeten Frau zog die Aufmerksamkeit der Probanden ebenfalls sofort auf sich (siehe Abbildung 46, S. 96). Während das Rechteck mit der Prozentzahl durch die niedrige Exzentrizität und den hohen Kontrast sowie die große Schriftgröße der Zahlen für die Probanden gut erkennbar war, fiel das blaue Banner durch seine Größe und durch die Hintergrundfarbe Blau auf, die vom restlichen Farbschema der Webseite abweicht und somit einen starken Kontrast dazu bildet. Die Hälfte der Probanden nannte bei ihrem Ersteindruck der Webseite das Banner selbst, die andere Hälfte nannte gezielt die Frau.



Abbildung 77: Überblick santander.de

videobuster.de

Die beiden Teaser links und rechts oberhalb des Fixationsrechtecks waren die beiden Elemente, die den Probanden als erstes auffielen (siehe Abbildung 78, S. 136). Dabei wurde nicht der jeweilige Teaser selbst, sondern nur die darin abgebildete Person genannt. Rechts nannten die Probanden die dunkle Figur, bzw. die Probanden, die sie bereits erkannt hatten, nannten sofort „Batman“. Rechts wurde in den meisten Fällen lediglich die Frau genannt, da der Mann rechts neben ihr oftmals nicht oder erst später wahrgenommen wurde. Der dunkle Balken am oberen Bildschirmrand, welcher unter anderem Logo und Navigation beinhaltet, wurde von über der Hälfte der Probanden ebenfalls direkt bei Erscheinen der Seite entdeckt. Bei der Beschreibung dieser Erstwahrnehmung bezeichneten die Probanden den Bereich als „Banner“ und erwähnten meistens, dass es sehr bunt und unruhig sei. Zudem wurde Grafik in Form eines Sterns erwähnt.



Abbildung 78: Überblick videobuster.de

x-equals.com/blog

Auf x-equals.com/blog war die Erstwahrnehmung aller Probanden beinahe identisch: Allen Probanden fiel zunächst die große Grafik in Form eines „X“ in der linken oberen Bildhälfte auf (siehe Abbildung 79). Zudem bemerkten alle Probanden sofort das ungewöhnliche Farbkonzzept der Webseite.

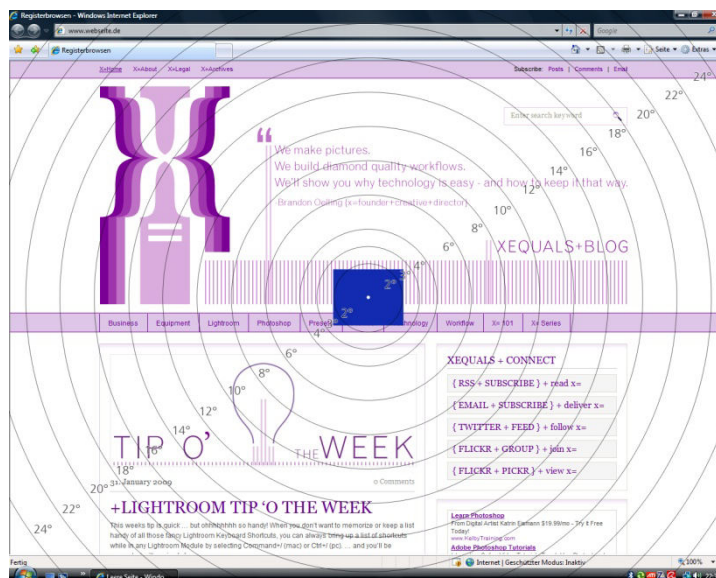


Abbildung 79: Überblick x-equals.com/blog

6.4.2 Zusammenfassung der relevanten Element-Eigenschaften

Untersucht man die Eigenschaften der erstgenannten Elemente, wird deutlich, dass die Aufmerksamkeit offenbar zunächst von rein visuellen Kriterien, also möglicherweise anhand einer Salienz-karte (siehe Abschnitt 2.4) gesteuert wird. Da häufig auch Gesichter eine frühe Aufmerksamkeit erzeugen, lässt sich spekulieren, dass – nach einer ersten Analyse der Salienz-karte – gewissermaßen

ein evolutionsbedingter Mechanismus greift, der menschlichen Gesichtern eine hohe Wichtigkeit zuweist.

Die Elemente, die am häufigsten genannt wurden, verfügen alle über einen starken Kontrast zu ihrer Umgebung und weisen mehrere, meist stark gesättigte Farben auf, die zueinander ebenfalls einen intensiven Kontrast bieten. Die Größe der Elemente spielt dabei zwar eine Rolle, sie ist derjenigen von Kontrast und Farbe aber offenbar untergeordnet. Dies wird beispielsweise anhand des größten Fotos auf *auswaertiges-amt.de* oberhalb der Seitenmitte deutlich, welches anfangs kein Proband beachtete.

Weiterhin wurden Fotos deutlich häufiger zuerst genannt als Grafiken und Text. Wenn Abbildungen von Personen vorhanden waren, fanden diese in den meisten Fällen zuerst die Beachtung der Probanden – waren allerdings andere Elemente vorhanden, die einen stärkeren Kontrast und eine höhere Farbtintensität aufwiesen, wurden diese meist vor den Abbildungen der Personen genannt.

Zu einem überwiegenden Teil wurden Elemente genannt, die schon zu Anfang gut wahrgenommen und identifiziert werden konnten. Ein Gegenbeispiel bietet der Kopfbereich der Webseite *videobuster.de*. Obwohl kein Proband alle Elementbestandteile erkennen konnte, fand er sehr früh nach Erscheinen der Webseite die Beachtung der Probanden, teilweise sogar als erstes. Die Kommentierung der Probanden weist in diesen Fällen darauf hin, dass jeweils der Kontrast des gelben Logohintergrunds oder des gelben Sterns zum dunkelblauen Hintergrund die Aufmerksamkeit angezogen hat.

Werden alle Erstnennungen der Probanden kumuliert – ebenfalls die, die in Abschnitt 6.4.1 nicht genannt wurden, da sie nur vereinzelt auftraten – kann darauf geschlossen werden, dass die Position des Elements eine untergeordnete Rolle spielt. Zwar ist bei den häufigen Nennungen eine leichte Präferenz der oberen und der linken Seitenhälfte erkennbar, doch liegt dies vermutlich in erster Linie in der Gestaltung der Stimuli begründet.

Die Aussagen der Probanden zu ihren Erstwahrnehmungen scheinen zu bestätigen, dass es sich bei der Aufmerksamkeitssteuerung in den ersten Sekunden der Betrachtung einer Webseite um einen Bottom-Up Prozess handelt (siehe auch Abschnitt 2.4). Dafür spricht die Präferenz von intensiven Farbreizen und Kontrasten.

6.5 Themenerkennung

Dieser Abschnitt legt dar, ob die peripher wahrgenommenen Informationen über die eingesetzten Stimulus-Webseiten ausreichten, um ihr Thema zu erkennen. Weiterhin werden die jeweiligen Kriterien aufgeführt, die zu einer korrekten oder falschen Themenerkennung führten.²⁸ Die Ergebnisse in diesem Abschnitt basieren auf der Aufgabe der Probanden, mögliche Themen der Webseiten zu äußern, sobald sie konkrete Vermutungen haben. Falls die Probanden von sich aus keine Vermutungen äußerten, wurde vom Moderator regelmäßig nachgefragt.

abacho.de

Bei Erscheinen der Webseite war vielen Probanden das Thema zunächst unklar. Im Laufe der Betrachtung wurde anhand der bunten Navigation auf einen Email-Anbieter, einen Online-Shop oder ein Portal geschlossen. Die Wetterkarte wurde als eindeutiger Hinweis auf ein Portal gewertet, wobei daraus teilweise auch das Thema Reisen abgeleitet wurde. Die animierten Werbebanner und insbesondere die Mauszeiger darin deuteten für die Probanden ebenfalls auf ein Portal hin. Um was für ein Portal es sich handelt, bzw. was dessen primärer Zweck ist, konnte kein Proband feststellen. Auch nach Beenden der Betrachtung äußerten die Probanden Unsicherheit bezüglich des Themas der Webseite.

auswaertiges-amt.de

Die Farben und das Layout der Webseite erzeugten bei allen Probanden direkt zu Betrachtungsbeginn einen offiziellen und seriösen Eindruck. Die inhaltliche Interpretation der Fotos führte die Probanden zu dem Schluss, dass es um ein internationales Thema gehen müsse, um Menschen, Kulturen oder Reisen. Dieser Schluss basierte vor allem auf dem Foto oberhalb der Seitenmitte, in dem viele Probanden eine Moschee vermuteten, anhand der Zeichnung rechts, auf dem ein dunkelhäutiges Kind zu sehen ist und anhand der stilisierten Weltkarte im Kopfbereich. Während 6 von 12 Probanden das Corporate Design der Bundesregierung erkannten und daraus größtenteils korrekte Schlüsse ziehen konnten, äußerten 2 Probanden, die das Corporate Design nicht kannten, die Vermutung es könne sich um eine Hilfsorganisation handeln.

berlinonline.de/berliner-zeitung

Alle Probanden erkannten, dass es sich um eine Zeitungsseite handelt. Dies wurde anhand des großen Fotos der Bundeskanzlerin Angela Merkel, des großen Schriftzugs in Frakturschrift und an dem typischen Layout der Artikel aus Foto, Überschrift und Fließtext festgemacht. Ein Proband, der den Schriftzug zunächst nicht wahrnahm, vermutete anfangs einen politischen Blog und legte sich erst auf das Thema Zeitung fest, nachdem er den Schriftzug entdeckt hatte. Auch durch weitere Kommentare der Probanden wird deutlich, dass erst der Schriftzug in der für Zeitungen typischen Schriftart ein eindeutiger Hinweis auf das korrekte Thema war.

²⁸ Angaben zu den Themen der einzelnen Webseiten sind in Abschnitt 5.4 zu finden.

compuland.de

Der Onlineshop *compuland.de* wurde von allen Probanden als solcher erkannt. Während auf alle Probanden die abgebildeten Produkte unten und auch innerhalb der Teaser technisch wirkten, war der sichtbare USB-Anschluss im unteren Teaser ein eindeutiger Hinweis auf den Verkauf von Elektroartikeln. Den USB-Anschluss konnten alle Probanden als solchen identifizieren. Nach der Wahrnehmung dieses und weiterer Details konnten alle Probanden ihre Themenvermutung korrekt auf „Elektronikshop“ eingrenzen. Dieses Urteil wurde von der Logo-Leiste rechts und der klassischen Kombination aus Überschrift, Produktbild und Preis gestützt.

hirschille.de/hishop1

Die Webseite *hirschille.de/hishop1* wurde von 10 von 12 Probanden eindeutig als Onlineshop für Elektronikartikel erkannt. Die Produktabbildungen technischer Geräte und die sich wiederholende Anordnung aus Überschrift, Produktabbildung und Preisschildern wurden als Erkennungskriterien genannt. Die roten Preisschilder wurden von den Probanden als erstes entdeckt und meistens als Hinweis auf einen Onlineshop gewertet, jedoch wurde geäußert, dass die Seite dadurch einen unseriösen Eindruck mache. Es wurde geäußert, dass durch die Gestaltung der Preisschilder der Preis offenbar im Vordergrund stehe, was bei 3 von 12 Probanden konkret zu der Vermutung führte, es würde sich um einen „Schnäppchen-Shop“ oder einen Preisvergleich handeln.

santander.de

Die Webseite *santander.de* rief bei den Probanden im ersten Moment eine starke Assoziation zu dem Mobilfunk-Anbieter *Vodafone* hervor. Diese Vermutung wurde lediglich mit der Dominanz der Farbe Rot begründet, die auch das Corporate Design des Mobilfunk-Anbieters bestimmt. Aufgrund der Prozentzahlen und mangels Produktabbildungen von Mobiltelefonen schwenkten 9 von 12 Probanden schließlich auf das korrekte Thema „Bank“ um. Diese Vermutung wurde durch das aufgeräumte Layout und auch die Farbgestaltung gestützt. 3 von 12 Probanden waren auch gegen Ende der Betrachtung unsicher und nannten Mobilfunk oder Reisen als Thema. Dazu trug in einem Fall auch ein Interpretationsfehler bei: In dem blauen Teaser wurde ein Kind vor einem Sternenhimmel vermutet.

videobuster.de

Das Thema der Webseite *videobuster.de* konnten 10 von 12 Probanden grob in die Kategorie „Kino, Filme und DVDs“ einordnen. Dies wurde an der erkannten Filmfigur „Batman“, der blau-gelben Farbgestaltung und der unruhigen, mitunter als „actionreich“ bezeichneten Gestaltung festgemacht. Kein Proband konnte die Webseite eindeutig als Filmverleih identifizieren, wobei das Formular als Hinweis darauf gewertet wurde, dass es sich eher nicht um eine Kinoseite, sondern eventuell um einen Verleih handeln könnte.

x-equals.com/blog

Das Thema der Seite *x-equals.com/blog* blieb für alle Probanden unklar. Dennoch zeigen sich die Vermutungen der Probanden homogen: 9 von 12 Probanden nannten jeweils mehrere Bestandteile des Themenkomplexes „Pharmaunternehmen, Biotech, Arzt oder Klinik“. Dabei wurde teilweise geäußert, dass dieser Eindruck eher Ergebnis einer Intuition wäre. Als Hinweise auf diesen Themen-

komplex wurden zusätzlich die hellen Farben und das Fehlen von Fotos geäußert. Auf 6 von 12 Probanden wirkte die Seite sehr feminin - zusätzlich zu bereits genanntem oder unabhängig davon. Dies wurde vor allem mit der Farbgestaltung begründet, aber auch mit der Form des stilisierten „X“.

7 Diskussion

In diesem Kapitel werden die erarbeiteten Ergebnisse in Zusammenhang mit der Hauptfragestellung gestellt und im Kontext der Fachliteratur diskutiert. Weiterhin wird verdeutlicht, inwiefern diese Arbeit als Grundlage für zukünftige Untersuchungen der peripheren Wahrnehmung auf Webseiten dienen kann.

Farbe und Kontrast

Die Ergebnisse in Bezug auf die Wahrnehmungsleistung der Peripherie lassen sich grob in die Kategorien Farbe, Kontrast und räumliches Auflösungsvermögen unterteilen. Die Resultate zeigen, dass die periphere Farbwahrnehmung auf Webseiten grundsätzlich möglich ist, aber durch mehrere Faktoren limitiert wird. Ein Faktor scheint ein nötiges Mindestmaß an Kontrast zwischen der zu erkennenden Farbe und ihrer Umgebungsfarbe zu sein. Da die Kontrastsensitivität mit steigender Exzentrizität sinkt (vgl. Koenderink et al., 1978; Wright & Johnston, 1983), sind demnach schwach gesättigte Farben, Pastell- oder Grautöne von der häufig hellen Hintergrundfarbe einer Webseite nicht mehr zu differenzieren. Weiterhin wurde deutlich, dass die genaue Bestimmung eines Farbtons peripher offenbar problematisch ist, da von Mischfarben oftmals nur ihr dominantester Bestandteil einer Grundfarbe wahrgenommen werden konnte. An dieser Stelle wird deutlich, dass beispielsweise die Resultate von Ancman (1991) schwer auf die Wahrnehmung von Webseiten übertragbar sind. Während in der von Ancman durchgeführten Studie die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau teilweise bei über 70° Exzentrizität noch erkannt wurden, zeigt sich anhand der vorliegenden Ergebnisse, dass Umgebungsfaktoren wie die Größe der Farbfläche und die Abstände zu anderen Farbflächen die korrekte Wahrnehmbarkeit auf Webseiten auch bei wesentlich niedrigeren Exzentrizitäten einschränken können. Die Schlussfolgerung von Koenderink et al. (1978), dass die periphere Kontrastsensitivität stark von der Größe des Objekts abhängt, wird sowohl von den Ergebnissen für die Kontrast- als auch für die Farbwahrnehmung bestätigt. Bezüglich der praktischen Rolle von Kontrast auf Webseiten lässt sich erkennen, dass dieser eine wichtige Rolle bei der Wahrnehmung von Strukturen spielt, die z.B. durch Trennlinien repräsentiert werden. War der Kontrast von derartigen Strukturelementen zu gering, um peripher wahrgenommen zu werden, blieb der Zweck des Elements für die Probanden mangels erkennbarer Struktur teilweise unklar.

Räumliches Auflösungsvermögen

Sowohl die periphere Kontrast- als auch die Farbwahrnehmung wurden in vielen Fällen vom begrenzten räumlichen Auflösungsvermögen der Peripherie eingeschränkt. Bei Exzentrizitäten, bei denen generell die Kontrast- und Farbwahrnehmung noch ausreichend gut funktionieren würde, sorgten häufig geringe Distanzen zwischen benachbarten Elementen dafür, dass farbige Bestandteile übersehen oder räumlich falsch zugeordnet wurden. Wie Harris & Fahle (1996) zeigen konnten, ist die Fähigkeit der Peripherie, Elemente zu entdecken (detection), recht ausgeprägt, die Fähigkeit, die Elemente räumlich korrekt zuzuordnen (discrimination) jedoch nicht. Diverse Beobachtungen und Aussagen der Probanden bestätigen dieses Ergebnis. Diese Eigenschaft des peripheren Sehens führte beispielsweise dazu, dass Farben zwar korrekt erkannt, aber nicht der richtigen Form oder Position zugeordnet werden konnten. Ein ähnliches Phänomen, das auf verschiedenen Web-

seiten auftrat, war die Maskierung von kleineren oder kontrastarmen Elementen durch größere und kontraststärkere Elemente. Die mangelnde Fähigkeit, visuelle Reize einer eindeutigen Position zuzuordnen, scheint hier dazu geführt zu haben, dass die Reize der weniger auffälligen Elemente fälschlicher Weise denen der dominanten Elemente zugeordnet wurden. Daraus ergab sich, dass Elemente teilweise gar nicht oder erst nach starker Konzentration wahrgenommen werden konnten. In Bezug auf die Sakkadensteuerung wirft dies die Frage auf, ob derartige Regionen, deren Inhalt peripher kaum oder nicht wahrnehmbar ist, eher fixiert werden, um den Inhalt erkennen zu können, oder ob zunächst Regionen fixiert werden, über die bereits peripher Informationen gesammelt werden konnten.

Das Crowding-Phänomen

Das Phänomen, mit dem sich die im letzten Absatz beschriebenen Beobachtungen erklären lassen, wird als „crowding phenomenon“ (Cavanagh, 2004, S. 16) bezeichnet. Vereinfacht gesagt beschreibt es die mangelnde Differenzierbarkeit von einzelnen, dicht beieinander platzierten Elementen in der Peripherie. In Abbildung 80 wird das Crowding-Phänomen veranschaulicht. Fixiert man das erste Kreuz, so ist zwar erkennbar, dass sich rechts davon mehrere parallele Linien gleicher Stärke befinden, aber es fällt sehr schwer, ihre Anzahl zu benennen. Auch in der hier durchgeführten Studie konnte mehrfach beobachtet werden, dass die Nennung der genauen Anzahl von peripher wahrgenommenen Elementen nicht möglich ist. Das Crowding-Phänomen scheint sich zudem auch auf das Lesen von Wörtern auszuwirken. Von peripher sichtbaren Wörtern konnte bei ausreichender Schriftgröße häufig der erste und teilweise auch der letzte Buchstabe, sowie die Wortform- und -länge angegeben werden. Dieser Effekt ist ebenfalls anhand von Abbildung 80 nachvollziehbar. Fixiert man das mittlere Kreuz, so kann, je nach Betrachtungsabstand, rechts davon ein N erkannt werden. Fixiert man jedoch das untere Kreuz, so scheinen die mittleren Buchstaben des peripher sichtbaren Wortes ineinander zu fließen. Genau diese Wahrnehmung, das Ineinanderfließen von Buchstaben oder in einigen Fällen auch von anderen dicht beieinander positionierten Elementen, beschrieben die Probanden mehrfach.

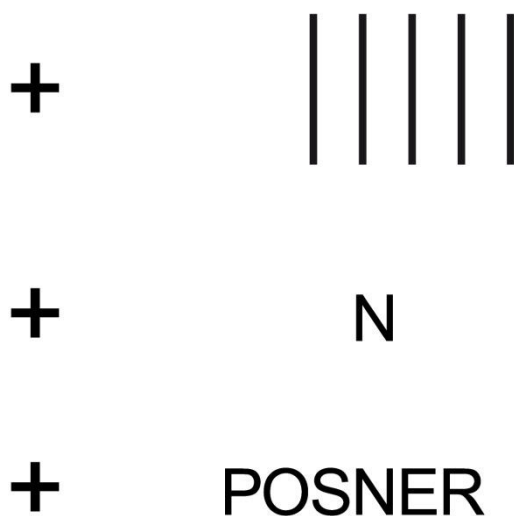


Abbildung 80: Demonstration des Crowding-Effekts (modifiziert nach Cavanagh, 2004)

Auch Rayner & Bertera (1979) konnten in ihrer Untersuchung unter Einsatz einer fovealen Maske feststellen, dass vor allem Anfangs- und Endbuchstaben peripher erkannt werden konnten. In Bezug auf das Beispiel in Abbildung 80 erscheint dies auf den ersten Blick erstaunlich, da der letzte Buchstabe R eine höhere Exzentrizität einnimmt als das N in der Wortmitte, aber dennoch besser zu erkennen ist (Cavanagh, 2004, S. 17). Obwohl die reine Sehschärfe bei der Exzentrizität des Ns noch ausreichen würde, um es zu erkennen, ist seine Erkennung nicht möglich, wenn es von weiteren Buchstaben umgeben ist. Daher vermutet Cavanagh (2004), dass das Crowding-Phänomen nicht in erster Linie von der peripheren Sehschärfe, sondern von Mechanismen bedingt wird, die auf einer höheren Verarbeitungsebene im Gehirn zu verorten sind. Die genauen Hintergründe des Crowding-Phänomens sind noch nicht vollständig geklärt und werden von Cavanagh (2004) diskutiert. Bezüglich der Gestaltung von Webseiten lässt sich aus den Ergebnissen zur räumlichen Auflösung der Peripherie ableiten, dass Weißraum, also der Abstand zwischen einzelnen Elementen, die periphere Wahrnehmbarkeit eindeutig begünstigt. Dies scheint nicht nur für das Identifizieren von Elementen (discrimination) zu gelten, sondern auch für die Vorstufe, das Entdecken von Elementen (detection).

Lesen

Die Ergebnisse von Rayner (1975) und Rayner & Bertera (1979) hinsichtlich der Leseleistung in der Peripherie können bestätigt werden. Selbst bei einer Exzentrizität von etwas über 3° war kein Proband mehr in der Lage, im engeren Sinne zu lesen – lediglich die Ableitung möglicher Begriffe aus Anfangs- und Endbuchstaben sowie Wortform und -länge waren noch möglich. Auch bei großen Schriftzügen waren nur diese einzelnen Merkmale erkennbar, aufgrund derer nur in Einzelfällen das korrekte Wort genannt werden konnte.

Erster Eindruck und Aufmerksamkeitswirkung

Wie die Äußerungen der Probanden in den ersten Sekunden der Betrachtung verdeutlichen, konnte auch ohne Augenbewegungen früh ein grobes Gesamtbild der Webseiten wahrgenommen werden. Dies korrespondiert mit der Annahme, dass der Betrachter bei der Wahrnehmung von Szenen sehr früh den „gist“, also den Hauptinhalt der Szene, erkennen kann (Duchowski, 2002; Rayner, 1998). Analysiert man, welche Elemente als erstes genannt wurden, wird deutlich, dass in erster Linie besonders farbintensive und kontraststarke Elemente Aufmerksamkeit erzeugen. Dabei scheinen die Größe, die Position und die Exzentrizität zunächst eine untergeordnete Rolle zu spielen. Diese Beobachtung korrespondiert mit dem Modell der Salienzkarten (vgl. Findlay & Walker, 1999; Goldstein, 2008), welches unter anderem besagt, dass zunächst besonders visuell hervorstechende Elemente Beachtung finden – und bei normaler Betrachtung die folgenden Blickbewegungen lenken. Elemente, die einen intensiven Farbkontrast aufweisen, scheinen eine besonders intensive Salienz hervorzurufen (vgl. Wickens & McCarley, 2008, S. 28). Neben diesen visuell auffälligen Elementen wurden ebenfalls Abbildungen von Personen bzw. Gesichtern häufig früh genannt. Auch Henderson & Hollingworth (1999, zitiert nach Rötting, 2001) nehmen an, dass im Laufe einer Betrachtung Top-Down Prozesse in die Bildung von Salienzkarten mit einfließen, was diese Beobachtung erklären würde. Darüber hinaus wäre denkbar, dass ein evolutionsbedingter Mechanismus die Aufmerksamkeit insbesondere auf menschliche Gesichter lenkt. Allerdings ist nicht geklärt, inwiefern die Lenkung von Aufmerksamkeit bei der Betrachtung einer Webseite ohne Augenbewegungen mit der bei einer normalen, uneingeschränkten Betrachtung übereinstimmt.

Identifizierbarkeit von typischen Webseiten-Elementen

Die Identifikationsrate der peripher wahrgenommenen Webseiten-Elemente kann zusammenfassend als sehr hoch bezeichnet werden. Eine periphere Identifikation aller relevanten und typischen Webseiten-Elemente wie Navigation, Suche, Betreiber-Logo usw. scheint grundsätzlich möglich und wird in erster Linie offenbar von der begrenzten räumlichen Auflösung limitiert. Viele Elemente konnten anhand basaler Kriterien wie der Form, dem groben Aufbau und der Position korrekt erkannt werden. Die hohe Interneterfahrung ermöglichte den Probanden, besonders in Bezug auf Werbung, ein relativ treffsicheres Urteil zu fällen – beispielsweise wurde jede abgefragte Werbung als solche erkannt und sehr häufig korrekt als interne oder externe Werbung klassifiziert. Bei der Identifikation schien auch das Grundwissen der Probanden einen großen Einfluss zu haben, welche Elemente typischerweise auf annähernd jeder Webseite vorhanden sind und welche Positionen diese meist einnehmen. Anhand der in Abschnitt 6.3 aufgelisteten typischen Identifikationsmerkmale lässt sich erkennen, welche prototypischen Eigenschaften die periphere Identifikation von Elementen fördern können.

Wie sich aufgrund der Aussagen der Probanden vermuten lässt, entwickeln diese bezüglich vieler in der Peripherie wahrgenommener Elemente eine Hypothese, welche Art von Element es sein könnte (z.B. ein Eingabefeld) und wie sein Inhalt, seine Formatierung und sein Zweck beschaffen sein könnten. Bei uneingeschränkten Augenbewegungen wäre dem Betrachter das schnelle Überprüfen der Hypothesen mittels einer Sakkade zu dem peripher analysierten Element leicht möglich gewesen. Diesbezüglich ist anzunehmen, dass eine möglichst einfache und umfassende Identifizierung eines Elements in der Peripherie eine geringere Anzahl an Fixationen auf das Element sowie insbesondere niedrigere Fixationsdauern nach sich ziehen würde. Diese Vermutung wird von den Ergebnissen von Henderson, Pollatsek & Rayner (1989) gestützt, die bei der Erkennung von einfachen Objekten eine kürzere Fixationsdauer beobachten konnten, wenn ein Objekt bereits vor seiner fovealen Betrachtung peripher wahrnehmbar war. Dies verdeutlicht, dass die Informationen, die ein Betrachter durch eine extrafoveale Vorschau auf ein Objekt erhält, in den Informationsverarbeitungsprozess der darauf folgenden Fixation auf ebendieses Objekt mit einfließen. Allerdings ist diesbezüglich unklar, inwiefern die extrafoveale Vorschau auf ein Webseiten-Element ohne die in dieser Studie bei den Probanden vorhandene hohe Interneterfahrung einen Vorteil bei den darauf folgenden Fixationen bieten würde.

Themenerkennung

Die Erkennung der Webseiten-Themen direkt zu Beginn der Betrachtung fiel den Probanden eher schwer. Am besten war die Erkennung bei den Online-Shops sowie der Online-Zeitung möglich. Bei den anderen Stimuluswebseiten mussten anscheinend erst bestimmte Detailinformationen gesammelt werden, bevor die Einschätzung des Themas Schritt für Schritt verfeinert werden konnte. Auch bezüglich der Themenerkennung scheint bereits in den ersten Sekunden der Betrachtung anhand der wahrnehmbaren Eigenschaften eine Hypothese gebildet zu werden, um welche Art von Seite es sich handeln könnte. Anhand der Aussagen der Probanden lässt sich vermuten, dass diese aufgrund der nach und nach verarbeiteten Informationen bestätigt, korrigiert oder verworfen wird. Übergreifend wird sowohl anhand der korrekten als auch der falschen Themeneinschätzungen deutlich, dass in erster Linie die Farbgestaltung und das Gesamtlayout als Informationsquellen zur frühen Beurteilung des Webseitenthemas genutzt werden.

Erstellung von Wahrnehmungs-Landkarten

Ein sekundäres Ziel dieser Arbeit war, zu überprüfen, ob die Erstellung von Wahrnehmungslandkarten in Bezug auf die Gestaltung von Webseiten möglich und sinnvoll sein könnte. Derartige grafische Schemata könnten beispielsweise die jeweiligen Grenzen der peripheren Farb- und Kontrastsensitivität veranschaulichen und als Instrument für die Arbeit von Designern dienen. Wie die in Kapitel 3 vorgestellten Ergebnisse verdeutlichen, wäre es grundsätzlich möglich, anhand quantitativ gesammelter Daten die theoretischen Grenzen der peripheren Wahrnehmung schematisch darzustellen. Vergleicht man jedoch beispielsweise die Ergebnisse von Ancman (1991) zur peripheren Farbwahrnehmung mit denen aus der hier vorliegenden Studie, wird deutlich, dass Resultate, die in isolierter Umgebung und mit künstlichen Stimuli erarbeitet wurden, nur zum Teil auf alltägliche Wahrnehmungsaufgaben übertragbar sind. Insbesondere die Wahrnehmung eines komplexen Mediums wie einer Webseite wird offensichtlich von vielen Faktoren gleichzeitig beeinflusst. Anhand der im Rahmen dieser Arbeit gesammelten Ergebnisse lässt sich beispielsweise schlussfolgern, dass die Erkennung einer Farbe auf einer Webseite von folgenden Faktoren abhängt: Wie groß ist die Farbfläche? Treten innerhalb dieser Farbfläche andersfarbige Bestandteile auf? Wie hoch ist der Kontrast dieser Bestandteile zu der Farbe der Fläche? Wie hoch ist der Kontrast der Farbfläche zur Umgebungsfarbe bzw. zur Hintergrundfarbe der Webseite? Ist die Farbfläche freistehend positioniert oder ist sie Bestandteil eines größeren Gebildes, welches weitere Farbkombinationen aufweist? Welche Distanzen nehmen die umgebenden Elemente zu der Farbfläche ein? Ist in der Nähe der Farbfläche ein größeres Element gleicher Farbe vorhanden? Welche Exzentrizität weist die Farbfläche auf? Ist die Farbe der Fläche auch innerhalb anderer Elemente auf niedrigeren Exzentrizitäten vorhanden?

Diese Sammlung von Faktoren, die allein die periphere Wahrnehmbarkeit einer Farbe beeinflussen, machen deutlich, dass eine Wahrnehmungslandkarte in Bezug auf Webseiten somit wenig Aussagekraft hätte. Auch aufgrund des starken Einflusses des Crowding-Phänomens scheinen absolute Aussagen über die Wahrnehmbarkeit von bestimmten Qualitäten (wie Farbe oder Kontrast) oder bestimmten Elementen (wie Navigation oder Suche) abhängig von der Exzentrizität nicht sinnvoll zu sein. Gäbe es beispielsweise für Suchfelder ein Norm-Layout, welches Konturstärke, Maße, Mindestkontrast und die Distanz zwischen Eingabefeld und Button festlegen würde, so könnte eher eine verwertbare Aussage über dessen Wahrnehmbarkeit bei einer bestimmten Exzentrizität getroffen werden. Aufgrund der enormen Vielfalt des weltweiten Webdesigns scheint eine solche Normierung aber kaum umsetzbar zu sein.

Grenzen dieser Studie

Bei der Analyse und der Interpretation der im Rahmen dieser Studie erarbeiteten Ergebnisse und Schlussfolgerungen sollten folgende Punkte beachtet werden. Durch die Fixierung der Blickposition der Probanden waren diese darauf angewiesen, ihre verdeckte Aufmerksamkeit (covert attention, vgl. Abschnitt 2.4) zu verschieben und auf diesem Wege einzelne Objekte gezielt zu analysieren. Dies war laut der Aussagen der Probanden problemlos möglich, indem man sich auf bestimmte Regionen des peripheren Sichtfeldes konzentrierte. Während dies einerseits die Ergebnisse verschiedener Studien bestätigt (vgl. Henderson, 1992; Posner, 1980), ist andererseits fraglich, inwiefern die so herbeigeführte periphere Wahrnehmung mit der peripheren Wahrnehmung während normaler Blickbewegungen übereinstimmt. Dass Informationen aus der Peripherie auch bei normalen Blickbewegungen in einem gewissen Maße verarbeitet werden, kann zwar als bewiesen be-

trachtet werden (vgl. Kapitel 3), aber in welchem Umfang dies beispielsweise auf Webseiten geschieht, ist unklar.

Zudem sollte beachtet werden, dass in der vorliegenden Studie foveal keine Informationen verarbeitet werden mussten. Ikeda & Takeuchi (1975) konnten allerdings zeigen, dass die Größe des funktionellen Sichtfeldes je nach Beanspruchung der fovealen Wahrnehmung variiert. Aufgrund dessen ist anzunehmen, dass das funktionelle Sichtfeld hier eine größere Fläche einnehmen konnte, als dies bei der normalen Betrachtung einer Webseite der Fall wäre.

Geht man weiterhin von einem Modell der Sakkadensteuerung wie dem Sequential Attention Model (vgl. Abschnitt 2.4; Henderson, 1992) aus, so wird deutlich, dass für die Verarbeitung von peripheren Informationen theoretisch nur ein kurzer Zeitraum zu Verfügung steht – nämlich eine variable Zeitspanne zwischen dem Beginn einer Fixation und der Ausführung der nachfolgenden Sakkade, die zudem von der Komplexität der foveal betrachteten Information abhängt. Im Rahmen der vorliegenden Studie hingegen wurde den Probanden kein Zeitlimit gesetzt.

Weiterhin entstand in technischer Hinsicht eine Einschränkung durch die zu hohe Latenz der GCD-Funktion. Die eingesetzte GCD-Funktion sollte dafür sorgen, dass bei Sakkaden aus dem vordefinierten Fixationsbereich der Stimulus ausgeblendet wird. Da insbesondere der verwendete Eye-Tracker die dazu nötige Reaktionsgeschwindigkeit nicht erbringen konnte, war es theoretisch möglich, eine Sakkade aus dem Fixationsbereich hinaus zu unternehmen und für wenige Millisekunden Informationen aus einer Fixation zu verarbeiten. Diese Möglichkeit wurde durch eine entsprechende Anweisung an die Probanden und ein anfängliches Training auf einer Übungswebseite weitgehend unterbunden. Weiterhin hatten die Probanden die Anweisung, Fixationen außerhalb des Fixationsbereiches zu melden und zu berichten, ob eine Wahrnehmung stattfinden konnte. Erkennungsleistungen, die auf diesen Fixationen basierten, wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Aufgrund der genannten Maßnahmen sowie der hohen Konzentration und hervorragenden Selbstbeherrschung der Probanden ist es daher unwahrscheinlich, aber dennoch in Einzelfällen möglich, dass Wahrnehmungsleistungen einzelner Probanden von bestimmten Elementen auf Fixationen außerhalb des Fixationsbereiches basieren.

Zusammenfassend können die Ergebnisse der hier durchgeführten Studie demnach als maximal mögliche periphere Wahrnehmungsleistung unter den Bedingungen der eingesetzten Stimulus-Webseiten und innerhalb der überprüften Exzentrizitäten betrachtet werden.

8 Fazit

Die aus der Praxis von Eye-Tracking-Studien abgeleitete Hauptfragestellung dieser Arbeit lautete: „Welche Elemente auf einer Webseite können bei welcher Distanz zum aktuellen Fixationsort peripher wahrgenommen und anhand welcher Eigenschaften in welchem Umfang erkannt werden?“ Um diese Frage zu beantworten, ist die Erforschung des Zusammenwirkens von psychophysiologischen Wahrnehmungsfaktoren und den speziellen Eigenschaften des Mediums Webseite notwendig. Anhand von Literaturrecherchen zu diesem Thema wurde deutlich, dass diese spezielle Fragestellung weitgehend unerforscht ist und somit wissenschaftliches Neuland darstellt. Daher war es das Ziel dieser Arbeit, eine Grundlage für die Beantwortung dieser Fragestellung zu schaffen.

Die hier erzielten, praxistauglichen Ergebnisse können nun einerseits als grobe Richtlinie zur Beantwortung von praktischen Fragen in Eye-Tracking-Studien und andererseits als Fundament für zukünftige Untersuchungen dienen. Die durchgeführte Untersuchung konnte zeigen, wie sich die unter experimentellen Bedingungen erzielten, theoretischen Forschungsergebnisse bei der praxisnahen Betrachtung von Webseiten auswirken können. Dabei wurden sowohl Übereinstimmungen als auch Abweichungen von den Resultaten der Grundlagenforschung festgestellt. Während diese explorative Studie eine große Bandbreite von Ergebnissen erzielen konnte, scheint es nun sinnvoll, die in Kapitel 4 formulierten Fragestellungen sowie die erst im Rahmen dieser Studie aufgekommenen Fragen mit gezielten Experimenten zu untersuchen. Dabei können sowohl die Methodik als auch die Resultate und Schlussfolgerungen dieser Studie als Grundlage und Inspiration dienen.

Es wird deutlich, dass bezüglich der peripheren visuellen Wahrnehmung – insbesondere auf Webseiten und anderen interaktiven Oberflächen – nach wie vor ein großer Klärungsbedarf besteht. Nachdem die vorliegende Arbeit den ersten Schritt zur Erforschung dieses Themenfelds unternommen hat und zeigen konnte, dass unter den gegebenen experimentellen Bedingungen umfangreiche Informationen mit der Peripherie wahrgenommen werden können, wäre nun der zweite Schritt, gezielt zu untersuchen, in welchem Umfang diese Informationen im Rahmen normaler Blickbewegungen auch verarbeitet werden können.

Da sich gezeigt hat, dass die periphere Erkennungsrate von Webseiten-Elementen potentiell sehr hoch sein kann, wäre die gezielte Untersuchung beispielsweise folgender Frage aufschlussreich: „Reicht die periphere Wahrnehmung von bestimmten Elementen bei bestimmten Exzentrizitäten aus, um diese hinreichend zu identifizieren, sodass diese Elemente bei der Sakkadenplanung nicht mehr miteinbezogen und demnach nicht fixiert werden?“ In Bezug auf die Interpretation von Eye-Tracking Daten wäre die Beantwortung dieser, wie auch der folgenden Frage, in hohem Maße relevant: „Können Elemente auf einer Webseite, die peripher wahrgenommen, aber nicht fixiert werden, den semantischen Gesamteindruck der Webseite beim Nutzer beeinflussen?“ Neben diesen zentralen Fragestellungen wurden aufgrund von einigen Einzelbeobachtungen Vermutungen formuliert, deren gezielte Untersuchung ebenfalls sinnvoll erscheint. Dazu gehört z.B. die Frage, in welchem Maße höhere Wahrnehmungsprozesse dafür sorgen, dass in eine Form, deren Farbe bekannt, aber bei gegebener Exzentrizität nicht identifizierbar ist, die bekannte Farbe hineinprojiziert wird. Dies würde beispielsweise dazu führen, dass bei der peripheren Wahrnehmung eines bekannten Logos die Form identifiziert, daraufhin die zugehörige Farbe aus dem Wissen des Betrachters

abgerufen und die Wahrnehmung des Logos automatisch mit der erinnerten Farbe vervollständigt wird.

Abschließend kann festgestellt werden, dass allein die Menge an Informationen, die im Rahmen der durchgeführten Studie peripher wahrgenommen werden konnte, die pauschale Gültigkeit der eye-mind assumption in Frage zu stellen scheint. Für die praktische Arbeit mit Eye-Tracking-Daten bedeutet dies, dass die oft getroffene Annahme, nur fixierte Objekte würden auch verarbeitet, zumindest vorsichtiger angewendet werden sollte. Möglicherweise kann diese Problematik jedoch erst endgültig geklärt werden, wenn nicht nur die Verortung der Blickposition, sondern auch die der verdeckten Aufmerksamkeit technisch möglich ist.

Literaturverzeichnis

- Ancman, C. E. G. (1991).** Peripherally Located CRTs: Color Perception Limitations. In *National Aerospace and Electronics Conference (NAECON)* (pp. 960-965). Dayton, OH.
- Anstis, S. (1998).** Picturing peripheral acuity. *Perception*, Vol. 27, No. 727(7), 817-825.
- Ball, R., Beard, B. L., Roenker, D. L., Miller, R. L. & Griggs, D. S. (1988).** Age and visual search: Expanding the useful field of view. *Journal of the Optical Society of America*, 5, 2210-2219.
- Bertera, J. H. & Rayner, K. (2000).** Eye movements and the span of the effective stimulus in visual search. *Perception & Psychophysics*, 62 (3), 576-585.
- Block, A. (2002).** *Die Blickregistrierung als psychophysiologische Untersuchungsmethode: Grundlagen, Anwendung und technische Realisierung*. Hamburg: Kovac.
- Boff, K. R. & Lincoln, J. E. (Eds.). (1988).** *Engineering data compendium: Human perception and performance*. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Harry G. Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory.
- Bortz, J. (1984).** *Lehrbuch der empirischen Forschung für Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bouwhuis, D. G. (1992).** Aging, perceptual and cognitive functioning and interactive equipment. In H. Bouma & J. A. M. Graafmans (Eds.), *Gerontechnology* (pp. 93-112). Amsterdam: IOS Press.
- Cavanagh, P. (2004).** Attention Routines and the Architecture of Selection. In M. I. Posner (Ed.), *Cognitive neuroscience of attention* (pp. 13-28). New York: Guilford Press.
- Corso, J. F. (1992).** The functionality of aging sensory systems. In H. Bouma & J. A. M. Graafmans (Eds.), *Gerontechnology* (pp. 51-78). Amsterdam: IOS Press.
- Curcio, C., Sloan, K. R., Kalina, R. E. & Henderson, A. (1990).** Human photoreceptor topograph. *Journal of Comparative Neurology*, 292, 497-523.
- Duchowski, A. T. (2002).** A breadth-first survey of eye tracking applications. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers (BRMIC)*, 34, 455-470.
- Duchowski, A. T. (2007).** *Eye tracking methodology: theory and practice*. London: Springer.

- Dumas, J. S., & Redish, J. (1999).** *A practical guide to usability testing*. Exeter, England: Intellect Books.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993).** *Protocol analysis: Verbal reports as data*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Findlay, J. M. & Walker, R. (1999).** A model of saccade generation based on parallel processing and competitive inhibition. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 661–721.
- Fischer, B. (1999).** *Blickpunkte: Neurobiologische Prinzipien des Sehens und der Blicksteuerung*. Bern: Huber.
- Frisen, L. (2009).** *RareBit Perimetry*. Retrieved January 28, 2009 from <http://www.oft.gu.se/webdiagnos/Perimetry/Perimetry.html#RP>
- Goldberg, J. H., Stimson, M. J., Lewenstein, M., Scott, N. & Wichansky, A. M. (2002).** Eye tracking in web search tasks: Design implications. In: *Proceedings of ACM/SIGCHI Eye Tracking Research & Applications Symposium 2002* (pp. 51-58). New York: ACM.
- Goldstein, E. B. (2008).** *Wahrnehmungspsychologie: Der Grundkurs*. Berlin: Springer.
- Gould, J. D. (1976).** Looking at pictures. In R. A. Monty & J. W. Senders (Eds.), *Eye movements and psychological processes* (pp. 323-345). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Grüsser, O.-J. & Grüsser-Cornehls, U. (1985).** Physiologie des Sehens. In R. F. Schmidt (Hrsg.), *Grundriß der Sinnesphysiologie* (S. 174-241). New York: Springer.
- Harris, J. P. & Fahle, M. (1996).** Differences Between Fovea and Periphery in the Detection and Discrimination of Spatial Offsets. *Vision Research*, 36(21), 3469-3477.
- Henderson, J. M. (1992).** Visual Attention and Eye Movement Control During Reading and Picture Viewing. In K. Rayner (Ed.), *Eye Movements and Visual Cognition: Scene Perception and Reading* (pp. 260-283). Springer series in neuropsychology. New York: Springer.
- Henderson, J. M. & Ferreira, F. (1990).** Effects of Foveal Processing Difficulty on the Perceptual Span in Reading: Implications for Attention and Eye Movement Control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(3), 417-429.
- Henderson, J. M. & Ferreira, F. (1993).** Eye Movement Control During Reading: Fixation Measures Reflect Foveal but Not Parafoveal Processing Difficulty. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 47(2), 201-221.

- Henderson, J. M. & Hollingworth, A. (1999).** High level scene perception. *Annual Review of Psychology*, 50, 243-271.
- Henderson, J. M., McClure, K. K., Pierce, S. & Schrock, G. (1997).** Object identification without foveal vision: Evidence from an artificial scotoma paradigm. *Perception & Psychophysics*, 59(3), 323-346.
- Henderson, J. M., Pollatsek, A. & Rayner, K. (1989).** Covert visual attention and extrafoveal information use during object identification. *Perception & Psychophysics*, 45(3), 196-208.
- Herczeg, M. (1994).** *Software-Ergonomie: Grundlagen der Mensch-Computer-Kommunikation*. Bonn: Addison-Wesley.
- Hochberg, J. (1978).** *Perception*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ikeda, M. & Takeuchi, T. (1975).** Influence of foveal load on the functional visual field. *Perception & Psychophysics*, 18(4), 255-260.
- Irwin, D. E. (1992).** Visual Memory Within and Across Fixations. In K. Rayner (Ed.), *Eye Movements and Visual Cognition: Scene Perception and Reading* (pp. 146-165). Springer series in neuropsychology. New York: Springer.
- Jacob, R. J. (1995).** Eye tracking in advanced interface design. In W. Barfield & T. A. Furness (Eds.), *Virtual environments and advanced interface design* (pp. 258-288). New York: Oxford University Press.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1980).** A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87, 329-354.
- Koenderink, J. J., Bouman, M. A., Buéno de Mesquita, A. E. & Slappendel, S. (1978).** Perimetry of contrast detection thresholds of moving spatial sine wave patterns. 11. The far peripheral visual field (eccentricity 0°-50°). *Journal of the Optical Society of America*, 68, 854-860.
- Koenderink, J. J., van Doorn, A. J. & van de Grind, W. A. (1985).** Spatial and Temporal Parameters of Motion Detection in the Peripheral Visual Field. *Journal of the Optical Society of America*, 2(2), 252-259.
- Li, F. F., VanRullen, R., Koch, C. & Perona, P. (2002).** Rapid natural scene categorization in the near absence of attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, 9506-9601.

- Loschky, L. C. & McConkie, G. W. (2000).** User performance with gaze contingent multiresolutional displays. In: *Eye Tracking Research & Applications Symposium* (pp. 97-103). Palm Beach Gardens, FL.
- Mangold, R. (2007).** *Informationspsychologie: Wahrnehmen und Gestalten in der Medienwelt*. München: Elsevier.
- Mann, J. & Sharpley, F. W. (1947).** The normal visual (rod) field of the dark-adapted eye. *Journal of Physiology*, 106, 301-304.
- Matin, E. (1974).** Saccadic suppression: A review and an analysis. *Psychological Bulletin*, 81, 899-917.
- McCarley, J. S. & Kramer, A. F. (2007).** Eye Movements as a Window on Perception and Cognition. In R. Parasuraman & M. Rizzo (Eds.), *Neuroergonomics: The Brain at Work* (pp. 95-112). Oxford: Oxford University Press.
- McKee, S. P. & Nakayama, K. (1984).** The detection of motion in the peripheral visual field. *Vision Research*, 24(1), 25-32.
- Mickasch, H. D. & Haack, J. (1986).** Blickbewegungsforschung – Einführung in die Physiologischen Grundlagen, Techniken und in die Problem- und Anwendungsbereiche. In L. J. Issing, H. D. Mickasch & J. Haack (Hrsg.), *Blickbewegung und Bildverarbeitung* (S. 11-36). Serie: Europäische Hochschulschriften: Reihe 6, Psychologie; Band 186. Frankfurt am Main: Lang.
- Moreland, J. D. & Cruz, A. (1959).** Colour Perception with the Peripheral Retina. *Journal of Modern Optics*, 6(2), 117-151.
- Nagy, A. L. & Wolf, S. (1993).** Red-Green Color Discrimination in Peripheral Vision. *Vision Research*, 33(2), 235-242.
- Owsley, C. & Sloane, M. E. (1988).** Vision and aging. In F. Boller & J. Grafman (Eds.), *Handbook of neuropsychology* (Vol. 4). Amsterdam: Elsevier.
- Parker, R. E. (1978).** Picture processing during recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4(2), 284-293.
- Parkhurst, D., Law, K. & Niebur, E. (2002).** Modeling the role of salience in the allocation of overt visual attention. *Vision Research*, 42, 107-123.
- Posner, M. I. (1978).** *Chronometric Explorations of the Mind*. New York: Wiley.

- Posner, M. I. (1980).** Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3-25.
- Rayner, K. (1975).** The Perceptual Span and Peripheral Cues in Reading. *Cognitive Psychology*, 7, 65-81.
- Rayner, K. (1998).** Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372-422.
- Rayner, K. & Bertera, J. H. (1979).** Reading without a fovea. *Science*, 206, 468-469.
- Rohrmann, B. (1978).** Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 9, 222-245.
- Rötting, M. (2001).** *Parametersystematik der Augen- und Blickbewegungen für arbeitswissenschaftliche Untersuchungen*. Aachen: Shaker.
- Saida, S. & Ikeda, M. (1979).** Useful visual field size for pattern perception. *Perception & Psychophysics*, 25(2), 119-125.
- Schandry, R. (2006).** *Biologische Psychologie: Ein Lehrbuch*. Weinheim: Beltz.
- Schroiff, H. W. (1986).** Zum Stellenwert von Blickbewegungsdaten bei der Mikroanalyse kognitiver Prozesse. In L. J. Issing, H. D. Mickasch & J. Haack (Hrsg.), *Blickbewegung und Bildverarbeitung* (S. 57-82). Europäische Hochschulschriften: Reihe 6, Psychologie; Band 186. Frankfurt am Main: Lang.
- Schwartz, E. L. (1994).** Computational studies of the spatial architecture of primate visual cortex. In A. Peters & K. S. Rockland (Eds.), *Cerebral cortex. Vol. 10, Primary visual cortex in primates* (pp. 359-411). New York: Plenum Press.
- Stenfors, I., Morén, J. & Balkenius, C. (2003).** Behavioral strategies in web interaction: a view from eye-movement research. In: J. Hyöna, R. Radach, & H. Deubel (Eds.), *The Mind's Eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 633-644). Amsterdam: Elsevier.
- Teller, D.Y. (1990).** The domain of visual science. In L. Spellmann & J. S. Werner (Eds.), *Visual perception: The neurophysiological foundations* (pp. 11-21). San Diego, CA: Academic Press.
- Tobii (2005):** *Product description Tobii 50 series*. Danderyd (SE): Tobii Information Technology AB. Retrieved February 10, 2009 by email from Tobii Information Technology AB.

- Treisman, A. (1998).** The perception of features and objects. In R. D. Wright (Ed.), Visual attention (pp. 26-54). New York: Oxford University Press.
- Treisman, A. (1999).** Solutions to the binding problem: Progress through controversy and convergence. *Neuron*, 24, 105-110.
- Wandmacher, J. (1993).** *Software-Ergonomie*. Berlin: de Gruyter.
- Wickens, C. D., & McCarley, J. S. (2008).** *Applied attention theory*. Boca Raton: CRC Press.
- Wright, M. J. & Johnston, A. (1983).** Spatiotemporal contrast sensitivity and visual field locus. *Vision Research*, 23(10), 983-989.
- Yarbus, A. L. (1967).** *Eye movements and vision*. New York: Plenum Press.

Anhang

Der Anhang umfasst folgende Dokumente:

- E-Prime Inline Script zum Überblenden der Hauptstimuli
- E-Prime Inline Script zum Ausblenden des Videostimulus
- Moderationsleitfaden inkl. Einverständniserklärung und soziodemographischem Fragebogen
- Bekanntheitsfragebogen (beispielhafter Auszug)

Inhalt CD

Die beigefügte CD enthält folgende Dokumente:

- Digitale Version der vorliegenden Arbeit
- Verwendete E-Prime Experiment-Datei
- Verwendete E-Run-Datei
- Statische Stimuli als Bitmap-Dateien
- Stimuli inkl. Messschema
- Videostimulus als Windows Media Video
- Weitere zur Durchführung des Experiments verwendete Bilddateien (Störstimulus etc.)
- E-Prime Inline Script zum Überblenden der Hauptstimuli als Text-Dokument
- E-Prime Inline Script zum Ausblenden des Videostimulus als Text-Dokument
- Grafische Darstellung des Befragungsschemas
- Moderationsleitfaden inkl. Einverständniserklärung und soziodemographischem Fragebogen
- Bekanntheitsfragebogen

E-Prime Inline Script zum Überblenden der Hauptstimuli

```
Dim theGazeData As TobiiEyeTrackerResponseData

Dim pt As Point

Dim rc As Rect

Dim dc As Canvas

Dim theState As SlideState

Dim theSlide As Slide

Dim theMask As SlideImage

Set theSlide = StimulusSlide

SetUserBreakState 0

' Define a rectangle.
rc.Left = 577
rc.Right = rc.Left + 125
rc.Top = 462
rc.Bottom = rc.Top + 100

Do

    ' Get access to the currently active state on the slide
    Set theState = theSlide.States( theSlide.ActiveState )

    Set theMask = CSlideImage(theState.Objects("Mask"))

    ' Get the current gaze data.
    Set theGazeData = CTobiiEyeTrackerResponseData( TobiiEyeTracker.History(TobiiEyeTracker.History.Count) )

    If Not theGazeData Is Nothing Then
        pt.x = theGazeData.CursorX
        pt.y = theGazeData.CursorY
        Set theGazeData = Nothing
    End If
```

```
' Check for a hit in the rectangle.
If PointInRect( pt, rc ) Then
    theMask.Width = 0
    theMask.Height = 0
    theState.Draw
Else
    theMask.Width = "100%"
    theMask.Height = "100%"
    theState.Draw
End If

' Release reference
Set theState = Nothing

Loop Until GetUserBreakState() <> 0

SetUserBreakState 0
```

E-Prime Inline Script zum Ausblenden des Videostimulus

```
Dim theGazeData As TobiiEyeTrackerResponseData
Dim pt As Point
Dim rc As Rect
Dim dc As Canvas
Dim theState As SlideState
Dim theSlide As Slide

Set theSlide = VideoStimulusSlide

SetUserBreakState 0

' Define a rectangle.
rc.Left = 577
rc.Right = rc.Left + 125
rc.Top = 462
rc.Bottom = rc.Top + 100
```

Do

```
Set dc = Display.Canvas
```

```
dc.BackStyle = "transparent"
```

```
dc.PenColor = CColor("black")
```

```
dc.Rectangle rc.Left, rc.Top, (rc.Right-rc.Left), (rc.Bottom-rc.Top)
```

```
Set dc = Nothing
```

```
' Get access to the currently active state on the slide
```

```
Set theState = theSlide.States( theSlide.ActiveState )
```

```
' Get the current gaze data.
```

```
Set theGazeData = CTobiiEyeTrackerResponseData( TobiiEyeTracker.History(TobiiEyeTracker.History.Count) )
```

```
If Not theGazeData Is Nothing Then
```

```
    pt.x = theGazeData.CursorX
```

```
    pt.y = theGazeData.CursorY
```

```
    Set theGazeData = Nothing
```

```
End If
```

```
' Check for a hit in the rectangle.
```

```
If PointInRect( pt, rc ) Then
```

```
    theSlide.Draw
```

```
Else
```

```
    theSlide.Clear
```

```
End If
```

```
' Release reference
```

```
Set theState = Nothing
```

```
Loop Until GetUserBreakState() <> 0
```

```
SetUserBreakState 0 'Reset user break to end
```

Moderationsleitfaden

Tn: _____

Hinweis: Die Bezeichnungen der Aufgaben sowie
blau hinterlegte Passagen sind im Leitfaden für den
Teilnehmer nicht sichtbar

Fabian Hasse

Tel. 0176- xxxxxxxx

Fabian.Hasse@hdm-stuttgart.de

Betreut durch:

Prof. Dr. Michael Burmester

Tel. 0711-xxxxxxx

burmester@hdm-stuttgart.de

M.Sc. Marcus Mast

Tel. 0711- xxxxxxxx

mast@hdm-stuttgart.de

Datum: 01.02.2009

Version: 4

Eye-Tracking-Studie

Visuelle Wahrnehmung im peripheren Sichtfeld auf Webseiten

Leitfaden Moderator

Testzeitraum: 2. – 12. Februar 2009

Ablauf des Experiments

- 1 Begrüßung
- 2 Einverständniserklärung
- 3 Einführung
- 4 Perimetrie-Test
- 5 Soziodemographischer Fragebogen
- 6 Kalibrierung
- 7 Erklärung des Uhren-Modells
- 8 Übungs-Webseiten
- 9 Haupt-Webseiten
- 10 Abschluss-Befragung
- 11 Verabschiedung

1 Begrüßung

Vorbereitung (30 min vor Sitzungsbeginn):

- Eye-Tracker und Rechner hochfahren
- Tobii Studio zur Kalibrierung bereit machen
- Leitfaden und Stifte bereitlegen
- Kinnstütze montieren und ausmessen
- AV-Aufzeichnung vorbereiten
- Usability-Test Schild aufhängen
- Ggf. Wegweiser aufstellen
- **Neonlicht aus**, dafür ggf. Deckenfluter
- Höhenverstellbaren Stuhl an Probandenplatz stellen
- **Incentive** bereit legen
- Getränke und Snacks bereit stellen
- **Maßband** bereitlegen
- **Timer** bereithalten
- **Notebook mit Bildern** der Webseiten bereit halten

Begrüßung und Einführung:

- Begrüßung und Smalltalk
- Kurzvorstellung Hochschule der Medien:
 - Medienausbildungen
 - Informationsdesign
 - Usability Labor (Beobachtungsraum, Studienraum)
- Vorstellung des Labors und Vorstellung der beteiligten Personen
- Handy ausschalten
- Garderobe abnehmen
- Getränke anbieten
- Dauer: ca. 2 Stunden
- Incentive überreichen

2 Einverständniserklärung

Sehr geehrte/r Teilnehmer/in,

vielen Dank für Ihre Bereitschaft, an der vom Studenten Fabian Hasse an der Hochschule der Medien durchgeführten Studie teilzunehmen. Sie unterstützen damit die Wahrnehmungsforschung, deren Ziel es ist, Bedienoberflächen benutzerfreundlicher zu gestalten.

Ihre Angaben sind für unsere Arbeit äußerst wertvoll und hilfreich. Um eine optimale Auswertung des Tests zu gewährleisten, ist eine Aufzeichnung der Sitzung per Video- und Tonaufnahmen notwendig.

Wir behandeln Ihre Daten selbstverständlich vertraulich und garantieren, dass die Aufnahmen ausschließlich von den Verantwortlichen des Projekts gesichtet werden.

Ihre Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig. Es steht Ihnen frei, die Teilnahme abzulehnen oder die Studie zu jedem Zeitpunkt abubrechen.

Ich nehme an einer wahrnehmungswissenschaftlichen Studie teil. Ich bin damit einverstanden, dass Video- und Tonaufnahmen aufgezeichnet werden.

Vorname, Nachname

Datum, Unterschrift

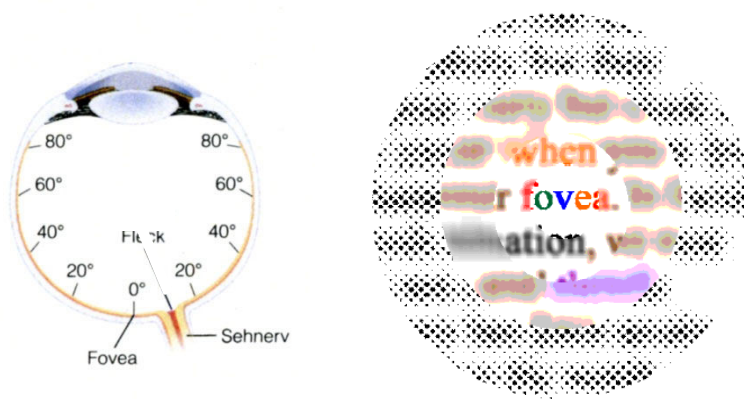
3 Einführung

- „Bitte Abschnitt 3 lesen, wenn Fragen auftauchen, einfach melden.“
- „Ich werde Ihnen danach nochmal zusammenfassend erläutern, was ich herausfinden will und wie Sie mir dabei helfen können.“

Worum geht es?

In dieser Studie möchte ich herausfinden, welche Elemente man auf einer Website erkennen kann, ohne dabei die Augen zu bewegen. Elemente, das sind zum Beispiel Navigationsmenüs, Buttons, Suchfelder, Werbebanner und so weiter.

Normaler Weise bewegen wir unsere Augen sehr häufig und sehr schnell, alle paar Hundert Millisekunden wechselt unser Blick die Position. Der Grund dafür ist, dass wir nur mit einem sehr kleinen Bereich unserer Netzhaut scharf sehen können.



(Quellen der Abbildungen: Goldstein, 2008 und Eye-Tracking Skript von Prof. Dr. Michael Burmester, 2006)

Wie sieht der Ablauf aus?

Wir werden uns gleich gemeinsam einige Webseiten anschauen – es handelt sich um die Startseiten verschiedener Internetauftritte, die genau so, wie wir sie gleich sehen, auch im Internet zu finden sind.

In der Mitte der angezeigten Webseiten wird sich immer ein einfarbiges Rechteck befinden, das einen kleinen Bereich der Seite abdeckt. In der Mitte dieses Rechtecks ist ein kleiner Punkt.



Was gilt es zu beachten?

Um meine Fragestellung beantworten zu können, bitte ich Sie, diesen Punkt mit Ihren Augen zu fixieren. Das kann ein hohes Maß an Konzentration und Selbstbeherrschung erfordern, da unsere Augen daran gewohnt sind, auf Reize, die es weiter außen im Sichtfeld wahrnimmt, zu reagieren und diese „anzuspringen“.

Daher wurde in den Versuchsaufbau folgende Funktion integriert: Sobald Ihr Blick das erwähnt Rechteck verlässt, wird die Webseite ausgeblendet bzw. mit einem blauen Muster verdeckt. Dies geschieht auch, wenn Sie blinzeln oder die Augen schließen. Das ist ganz normal und stellt kein Problem dar.

Sobald Ihr Blick wieder innerhalb des Rechtecks ist, wird die Website nach einem kurzen Moment wieder eingeblendet. Diese Funktion soll also verhindern, dass Sie sich ein Objekt außerhalb des Rechtecks im Detail anschauen können. Um zu verhindern, dass Ihre Augen sozusagen „unruhig“ werden, sollten Sie sie, auch während wir eine Webseite anschauen, immer wieder schließen, um sie ein wenig zu entspannen.

Falls Sie einem Reflex nicht widerstehen können und ihr Blick das Rechteck verlässt, sagen Sie es bitte sofort – selbst wenn die Website ausgeblendet werden sollte. Das ist sehr wichtig. Erläutern Sie in diesem Fall bitte auch, was Sie bei Ihrem „Ausflug“ erkannt haben. **Dennoch wäre es besser, wenn Sie die Augen eher schließen, als dass Ihr Blick das Rechteck verlässt.**

Mir ist bewusst, dass das auf Dauer sehr anstrengend sein kann. Daher können Sie jederzeit

- die Augen schließen und sie entspannen, bis Sie wieder bereit sind
- eine Pause einlegen / frische Luft schnappen / etwas trinken etc.
- den Test abbrechen.

Selbstverständlich legen wir zwischen jeder Webseite eine Pause ein, in der Sie nicht auf den Bildschirm schauen müssen. Die Pause dauert mindestens zwei Minuten, dann machen wir weiter, sobald Sie sich wieder bereit fühlen.

Wichtig!

- Es geht **nicht** um eine Beurteilung Ihrer Person. Sie helfen uns lediglich dabei, unsere Forschungsfrage zu beantworten, um in Zukunft benutzerfreundlichere Webseiten erstellen zu können.
- Falls Sie unter irgendwelchen Augenkrankheiten leiden – abgesehen von normaler Fehlsichtigkeit, die durch eine Brille oder Kontaktlinsen korrigiert wird – informieren Sie mich bitte darüber.

Hinweis

Fall Sie bereits an einer Usability-Studie teilgenommen haben, möchten ich Sie an dieser Stelle darauf hinweisen, dass die übliche Methode des „Lauten Denkens“ in dieser Studie nicht eingesetzt wird.

- Proband fragen, ob Informationen ihn schockieren
- **Erläutern**, warum Begrenztheit der visuellen Wahrnehmung des Menschen sinnvoll ist
→ **theoretische Überlegungen von Anstis erklären**

4 Perimetrie-Test

- Durchführen RareBit
- Ablauf und Aufgabe erklären
- 2 Min. (Timer stellen)
- Ergebnisse überprüfen

Um abzusichern, dass Ihre periphere Sicht einwandfrei funktioniert, machen wir einen einfachen und kurzen Perimetrie-Test am Bildschirm.

5 Soziodemographischer Fragebogen

Um hinterher eine statistische Aussage über die Personen machen zu können, die an dieser Studie teilgenommen haben, bitte ich Sie folgenden Fragebogen auszufüllen. Er wird selbstverständlich vertraulich behandelt, anonym ausgewertet und nicht mit Ihrer Person in Verbindung gebracht.

- Fragebogen vorlegen

1. Alter: _____ Jahre

2. Geschlecht ☐ weiblich ☐ männlich

3. Momentan ausgeübte berufliche Tätigkeit (ggf. auch Studiengang):

4. Wie viele Jahre haben Sie schon Erfahrung mit dem Internet?

☐ 0 bis 1 Jahr

☐ 1 bis 3 Jahre

☐ 3 bis 6 Jahre

☐ mehr als 6 Jahre

5. An wie vielen Tagen in der Woche sind Sie durchschnittlich im Internet beschäftigt?

- ☐ mehr als 5 Tage
- ☐ 2 bis 5 Tage
- ☐ 1 bis 2 Tage

6. Wie lange sind Sie pro Tag im Durchschnitt im Internet beschäftigt?

- ☐ mehr als 6 Stunden
- ☐ 4 bis 6 Stunden
- ☐ 2 bis 4 Stunden
- ☐ 1 bis 2 Stunden
- ☐ Weniger als 1 Stunde

7. Ist die Internetnutzung ein zentraler Bestandteil Ihres Berufs oder Ihrer Ausbildung?

- ☐ ja ☐ nein

8. Ist die Erstellung von Internet-Inhalten ein Bestandteil Ihres Berufs oder Ihrer Ausbildung oder gestalten Sie Webseiten in Ihrer Freizeit?

- ☐ ja ☐ nein

9. Tragen Sie eine Brille oder Kontaktlinsen?

- ☐ nein
- ☐ ja, eine Brille
- ☐ ja, Kontaktlinsen

10. Tragen Sie Ihre Brille oder Ihre Kontaktlinsen auch jetzt, während der Durchführung dieser Studie?

- ☐ ja
- ☐ nein, weil

11. Sind Sie kurz- oder weitsichtig?

- ☐ kurzsichtig
- ☐ weitsichtig

12. Wissen Sie aus dem Kopf ungefähr, wie viel Dioptrien Ihre Brille bzw. Ihre Kontaktlinsen ausgleichen?

☐ nein

☐ ja: _____

13. Leiden Sie an einer Augenkrankheit, Wahrnehmungsstörung oder nehmen Sie Medikamente, die die Wahrnehmung oder Reaktionszeit beeinflussen können?

☐ nein

☐ ja:

- Kurz überprüfen, ob die Angaben in Bezug auf Augenleistungsfähigkeit Einfluss auf die Studie haben könnten.

6 Kalibrierung

Um die oben beschriebene Funktion (→ Ausblenden) zu gewährleisten, müssen wir dieses Blickregistrierungs-System (auch bekannt als so genannter „Eye-Tracking“ Monitor) auf Ihre Augen einstellen.

Eye Tracker Kalibrierung:

- Sitzposition der Person prüfen (Kinnstütze, Stuhlhöhe und Eye-Tracker so aneinander angleichen, dass Proband bequem sitzt und Augen und Monitormitte auf gleicher Höhe sind. Auch die horizontale Achse Augen – Eye-Tracker muss zentriert werden.)
- **→ Tobii Studio starten, Kalibrierung ausführen**
- Kalibrieren (9 Punkte), prüfen, ggf. rekalisieren

Folgen Sie den auf dem Monitor angezeigten Kreisen mit den Augen. Fixieren sie dabei den kleinen Punkt in der Mitte des großen Kreises.

- **→ E-Run Datei ausführen**

7 Erklärung des Uhren-Modells

Während wir uns die Webseiten anschauen, werden wir uns immer wieder über verschiedene Elemente der Webseite unterhalten. Damit wir genau wissen, über welches Element gerade gesprochen wird, gibt es ein einfaches Hilfs-Werkzeug: Das Uhren-Modell.

- Uhren-Modell Slide auf Monitor zeigen
- Nach Links-Rechts-Schwäche fragen
- Anhand Beispielobjekte vormachen

Dieses Modell ist etwas genauer als „links oben“ oder „unten rechts von der Mitte“. Es muss nicht zwingend und ausschließlich benutzt werden, doch soll es bei schwer zu beschreibenden Positionen unterstützen und Missverständnisse vermeiden.

Wenn ich einmal eine Ortsangabe mache, die unverständlich oder unklar ist, fragen Sie ruhig nach.

8 Übungs-Webseiten

Um Sie an das Rechteck und die Ausblende-Funktion des Eye-Trackers zu gewöhnen, schauen wir uns erst einmal eine Übungs-Webseite an.

Vor jeder Webseite kommt, sozusagen als Zielübung, schon einmal das Rechteck, welches dann auch auf der Webseite zu sehen ist. Wenn Sie Ihren Blick darin positioniert haben, sagen Sie bitte Bescheid.

Übungsaufgabe

1. Sobald die Webseite eingeblendet ist, erklären Sie bitte sofort, was Ihnen **als erstes ins Auge fällt bzw. auffällt**.

→ Bitte erklären Sie, **wo** es sich befindet.

→ Es ist sehr wichtig, dass Sie zuerst nur das beschreiben, was Sie **wahrnehmen**.

Beispiel: „Auf ca. 9 Uhr, nah an meinem Rechteck, fällt mir sofort ein roter Kasten ins Auge. Darin ist weiße Schrift.“ oder „Auf 12 Uhr, oben in der Mitte, sehe ich ein Foto.“
(Das reicht schon!)

→ Hier geht es noch nicht darum, **was** es ist oder was für einen Zweck es hat.

2. Wenn Sie berichtet haben, was Ihnen als erstes aufgefallen ist, werde ich einige Fragen dazu stellen. Wenn wir damit fertig sind, erkläre ich Ihnen dann, wie es weiter geht.

- Proband muss von Anfang an zunächst NUR verbalisieren, **was** er **wahrnimmt**, noch **ohne Interpretation!** → Was **nehmen** Sie **wahr**?
- falls Ablauf auf erster Übungsseite noch nicht optimal, zweite Übungsseite benutzen, ansonsten **überspringen**

9 Haupt-Webseiten

Sobald Sie sich an die Art der Darstellung und das Fixieren des Rechtecks gewöhnt haben, können wir beginnen. Sollte noch etwas unklar sein, zögern Sie bitte nicht, nachzufragen.

10 Abschluss-Befragung

- Erst einmal vielen Dank für Ihre Geduld und Anstrengung!

Nun würde ich gerne noch kurz erfahren, ob einige der Webseiten, die wir im Laufe der Studie angeschaut haben, Ihnen bereits bekannt waren. Dafür habe ich einen Fragebogen vorbereitet. Damit Sie wissen, welche Webseite jeweils auf dem Fragebogen abgefragt wird, zeige ich Ihnen zusätzlich einen Screenshot hier auf dem Monitor.

- die Screenshots der Webseiten auf dem Monitor anzeigen (**Reihenfolge** muss nur mit der des Fragebogens übereinstimmen), dazu erhält der Proband den Fragebogen zum Ankreuzen
- Bekanntheitsfragebogen aushändigen

11 Verabschiedung

- „Ich bedanke mich recht herzlich für Ihre Teilnahme und Ihre Geduld. Sie haben uns sehr geholfen.“
- Verabschiedung: „Wir wünschen Ihnen einen schönen Tag und eine gute Heimfahrt.“
- Labor herrichten (siehe Labor-Checkliste)

Bekanntheitsfragenbogen

(Es wird eine Seite exemplarisch dargestellt, da alle Seiten gleich aufgebaut sind. Die entsprechende Webseite wurde dem Probanden auf einem Monitor gezeigt.)

Stimulus Nr. _____

<http://abacho.de/>

War Ihnen diese Webseite vor dieser Studie bereits bekannt?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

Wie gut kannten Sie den Betreiber dieser Webseite vor dieser Studie?

- ☐ gar nicht
- ☐ kaum
- ☐ mittelmäßig
- ☐ ziemlich
- ☐ außerordentlich

Wie oft besuchen Sie diese Webseite?

- ☐ noch nie besucht
- ☐ weniger als 1 Mal / Jahr
- ☐ 1 bis 6 Mal / Jahr
- ☐ 6 bis 12 Mal / Jahr
- ☐ 1 bis 4 Mal / Monat
- ☐ mehr als 4 Mal / Monat

Wann haben Sie die Webseite das letzte Mal besucht?

- ☐ vor weniger als 1 Woche
- ☐ vor weniger als 1 Monat
- ☐ vor weniger als 6 Monaten
- ☐ vor weniger als 1 Jahr
- ☐ vor über 1 Jahr

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Stuttgart, 2. April 2009

Ort, Datum

Unterschrift